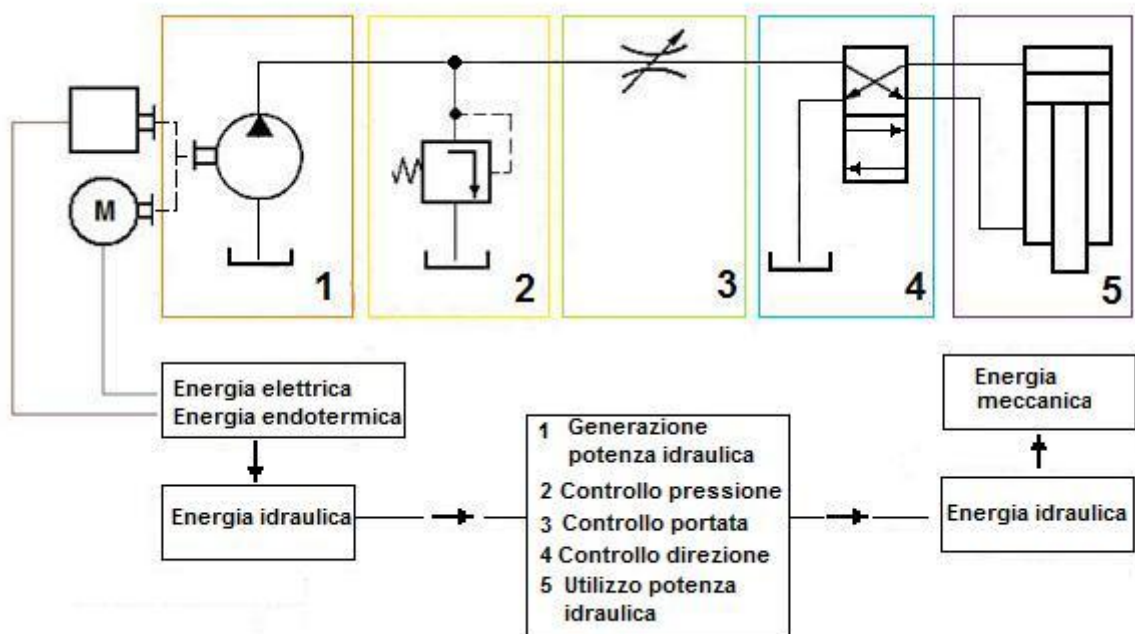


(Edizione del 6/5/2016)

## SOLUZIONI ESERCIZI

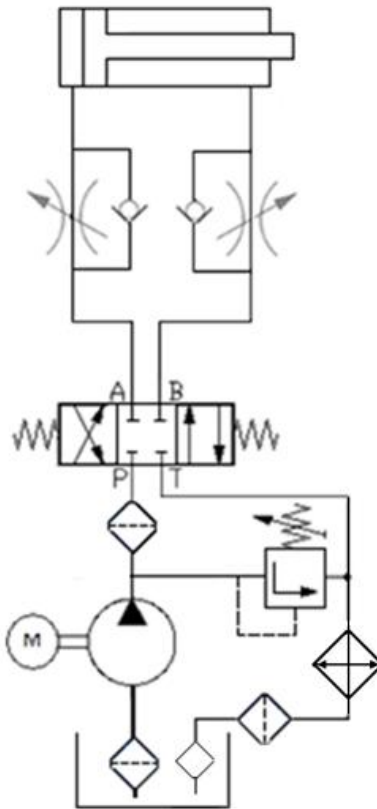
A,B)



C)

- 1) Cilindro a doppio effetto
- 2) Valvola strozzatrice unidirezionale
- 3) Distributore a cassetto 4/3
- 4) Filtro in mandata
- 5) Scambiatore di calore
- 6) Valvola di sovra pressione (valvola di massima)
- 7) Pompa idraulica
- 8) Motore elettrico
- 9) Lanterna
- 10) Filtro sul serbatoio
- 11) Diffusore
- 12) Filtro in aspirazione
- 13) Serbatoio olio

**D)**



L'oleodinamica è una tecnologia che sfrutta l'energia dei fluidi in pressione, in particolare dell'olio idraulico.

Un motore elettrico / termico fa ruotare una pompa che preleva olio da un serbatoio e lo manda nel circuito, attraverso tubi rigidi o flessibili, per muovere un cilindro o far girare un motore idraulico.

Il flusso dell'olio è controllato in pressione da una valvola di sicurezza, in direzione da una valvola controllo flusso e in velocità da una valvola di regolazione della portata.

Altri componenti accessori servono al buon funzionamento:

- **Filtro** per raccogliere e trattenere le impurità del circuito.
- **Scambiatore di calore** per tenere sotto controllo la temperatura dell'olio.
- **Manometro** per leggere la pressione di funzionamento dell'impianto.

In generale le grandezze da considerare in un circuito oleodinamico sono:

- ❖ Pressione (bar)
- ❖ Portata (l/min)
- ❖ Velocità lineare del cilindro (m/s)
- ❖ Velocità di rotazione della pompa (rpm)
- ❖ Potenza (kW)

Queste grandezze sono espresse in unità di misura tecniche.

Le formule di base sono le seguenti:

- Pressione **p (bar)** =  $\frac{F \text{ (daN)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}}$  da cui si ricava la forza **F (daN)**

- Portata della pompa:

$$Q = \frac{c \cdot n \cdot \eta_v}{1000} \text{ dove : } c = \text{cm}^3; n = \text{giri/min}; \eta_v = \text{rend. volumetrico}$$

- Velocità lineare **v**  $\left(\frac{m}{s}\right) = \frac{Q}{6 \cdot A}$  dove  $Q = \text{l/min}; A = \text{cm}^2$

- Velocità di rotazione della pompa : **n** =  $\frac{Q \cdot 1000}{c \cdot \eta_v}$

- Potenza idraulica: **N (kW)** =  $\frac{p \text{ (bar)} \cdot Q \text{ (l/min)}}{600 \cdot \eta_g \text{ (rend.totale)}}$

- Potenza meccanica:

$$P \text{ (kW)} = \frac{M \text{ (Nm)} \cdot \text{rpm (giri/min.)}}{9554}$$

Oppure:

$$P \text{ (Watt)} = M \text{ (Nm)} \cdot \omega \left(\frac{\text{rad}}{s}\right)$$

## Esercizio n.1

Calcolare la forza **F** in decaNewton.

Massa 10 **t** x 1000 = 10000 **Kg** x 9.81 = 98100 N = 9810 **daN**

$$A \text{ (area cilindro)} = \frac{F}{P} = \frac{9810 \text{ daN}}{200} = 49 \text{ cm}^2$$

$$D \text{ (diametro cilindro)} = \sqrt{\frac{A \cdot 400}{3,14}} = \sqrt{\frac{49 \cdot 400}{3,14}} = \sqrt{6242} = 79 \text{ mm}$$

Dalla tabella dei diametri normalizzati si sceglie il diametro **D = 80 mm**.

| Allesaggio<br>( mm.) | Area in<br>spinta<br>(cm²) | Forza in spinta<br>a 100 bar.<br>(daN) | Diametro<br>stelo<br>(mm.) | Area in<br>tiro<br>(cm²) | Forza in tiro a<br>100 bar.<br>(daN) |
|----------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 25                   | 4,9                        | 490                                    | 12                         | 3,83                     | 383                                  |
|                      |                            |                                        | 18                         | 2,36                     | 236                                  |
| 32                   | 8                          | 800                                    | 14                         | 6,46                     | 646                                  |
|                      |                            |                                        | 18                         | 5,46                     | 546                                  |
|                      |                            |                                        | 22                         | 4,20                     | 420                                  |
| 40                   | 12,56                      | 1256                                   | 18                         | 10                       | 1000                                 |
|                      |                            |                                        | 22                         | 8,76                     | 876                                  |
|                      |                            |                                        | 28                         | 6,41                     | 641                                  |
| 50                   | 19,62                      | 1962                                   | 22                         | 15,82                    | 1582                                 |
|                      |                            |                                        | 28                         | 13,47                    | 1347                                 |
|                      |                            |                                        | 36                         | 9,45                     | 945                                  |
| 63                   | 31,15                      | 3115                                   | 28                         | 25                       | 2500                                 |
|                      |                            |                                        | 36                         | 21,33                    | 2133                                 |
|                      |                            |                                        | 45                         | 15,25                    | 1525                                 |
| 80                   | 50,24                      | 5024                                   | 36                         | 40                       | 4000                                 |
|                      |                            |                                        | 45                         | 34,34                    | 3434                                 |
|                      |                            |                                        | 56                         | 25,63                    | 2563                                 |
| 100                  | 78,5                       | 7850                                   | 45                         | 62,6                     | 6260                                 |
|                      |                            |                                        | 56                         | 53,9                     | 5390                                 |
|                      |                            |                                        | 70                         | 40                       | 4000                                 |
| 125                  | 122,7                      | 12270                                  | 56                         | 98                       | 9800                                 |
|                      |                            |                                        | 70                         | 84,2                     | 8420                                 |
|                      |                            |                                        | 90                         | 59                       | 5900                                 |
| 160                  | 201                        | 20100                                  | 70                         | 162,5                    | 16250                                |
|                      |                            |                                        | 90                         | 137,4                    | 13740                                |
|                      |                            |                                        | 110                        | 106                      | 10600                                |
| 200                  | 314                        | 31400                                  | 90                         | 250                      | 25000                                |
|                      |                            |                                        | 110                        | 219                      | 21900                                |
|                      |                            |                                        | 140                        | 160                      | 16000                                |

**NB:** Nella tabella la forza di spinta è data a 100 bar.

## Esercizio n.2

$$a) p = \frac{F \text{ (daN)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{100}{10} = \mathbf{10 \text{ bar}}$$

$$b) F_2 = p \cdot A = 10 \text{ bar} \cdot 1 \text{ cm}^2 = 10 \text{ daN} = \mathbf{100 \text{ N}}$$

## Esercizio n.3

$$a) p = \frac{F \text{ (daN)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{1500}{1200} = \mathbf{1,25 \text{ bar}}$$

$$b) F_1 = p \cdot A = 1,25 \cdot 40 = 50 \text{ daN} = \mathbf{500 \text{ N}}$$

## Esercizio n. 4

a) Calcoliamo la forza **F** in **daN**.

$$F = 10000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 98100 \text{ Kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 98100 \text{ N} \cdot 0,1 = \mathbf{9810 \text{ daN}}$$

$$p_1 = \frac{F}{A_1} ; A_1 = \frac{100^2 \cdot 3,14}{400} = 78,5 \text{ cm}^2 = \frac{9810 \text{ (daN)}}{78,5 \text{ (cm}^2\text{)}} = \mathbf{125 \text{ bar}}$$

b) Calcolo **R<sub>s</sub>**(rapporto differenziale nominale) =  $\frac{A_1}{A_2}$

Dove **A<sub>2</sub>** = A<sub>1</sub> - A<sub>dst</sub>

$$A_{dst} = \frac{70^2 \cdot 3,14}{400} = 38,46 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 78,5 - 38,46 = \sim 40 \text{ cm}^2$$

$$R_s = \frac{A_1}{A_2} = \frac{78,5}{40} = 1,96$$

Quindi  $p_2 = p_1 \cdot R_s = 125 \cdot 1,96 = 245 \text{ bar}$

c)  $v_r = v_u \cdot R_s = 2 \cdot 1,96 = 3,92 \text{ m/min}$

NB: la tabella sottostante serve per verificare le sezioni dei cilindri e il valore **Rs**.

Relazione RS tra le superfici A1 e A2

| Valore nominale | D       | 25   | 32   | 40   | 50    | 60    | 63    | 80    | 100  | 125  |
|-----------------|---------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|                 | A1 cm2  | 4,91 | 8,04 | 12,6 | 19,6  | 28,3  | 31,2  | 50,3  | 78,5 | 123  |
| 1,25            | dst     | 12   | 14   | 18   | 22    | 25    | 28    | 36    | 45   | 56   |
|                 | A2 cm2  | 3,78 | 6,50 | 10,0 | 15,8  | 23,4  | 25,0  | 40,1  | 62,2 | 98,1 |
|                 | Rs nom. | 1,30 | 1,24 | 1,25 | 1,24  | 1,21  | 1,25  | 1,25  | 1,26 | 1,25 |
| 1,4             | dst     | 14   | 18   | 22   | 28    | 32    | 36    | 45    | 56   | 70   |
|                 | A2 cm2  | 3,37 | 5,50 | 8,77 | 13,50 | 20,20 | 21,00 | 34,40 | 54   | 84,2 |
|                 | Rs nom. | 1,46 | 1,46 | 1,44 | 1,45  | 1,39  | 1,49  | 1,46  | 1,45 | 1,46 |
| 1,6             | dst     | 16   | 20   | 25   | 32    | 36    | 40    | 50    | 63   | 80   |
|                 | A2 cm2  | 2,90 | 4,90 | 7,66 | 11,6  | 18,2  | 18,6  | 30,6  | 47,4 | 72,4 |
|                 | Rs nom. | 1,69 | 1,64 | 1,64 | 1,69  | 1,55  | 1,68  | 1,64  | 1,66 | 1,69 |
| 2               | dst     | 18   | 22   | 28   | 36    | 40    | 45    | 56    | 70   | 90   |
|                 | A2 cm2  | 2,36 | 4,24 | 6,41 | 9,46  | 15,7  | 15,3  | 25,6  | 40,0 | 59,1 |
|                 | Rs nom. | 2,08 | 1,90 | 1,96 | 2,08  | 1,80  | 2,04  | 1,96  | 1,96 | 2,08 |
| 2,5             | dst     | 20   | 25   | 32   | 40    | 45    | 50    | 63    | 80   | 100  |
|                 | A2 cm2  | 1,77 | 3,13 | 4,52 | 7,07  | 12,3  | 11,5  | 19,1  | 28,4 | 44,2 |
|                 | Rs nom. | 2,78 | 2,57 | 2,78 | 2,78  | 2,30  | 2,70  | 2,64  | 2,78 | 2,78 |
| 5               | dst     | --   | --   | --   | 45    | 55    | 56    | 70    | 90   | 110  |
|                 | A2 cm2  | --   | --   | --   | 3,73  | 4,54  | 6,54  | 11,8  | 14,9 | 27,7 |
|                 | Rs nom. | --   | --   | --   | 5,26  | 6,20  | 4,77  | 4,27  | 5,26 | 4,43 |

d) La capacità utile in trazione sarà :

Vol. uscita :  $R_s = 5 : 1,96 = 2,55 \text{ dm}^3$  (volume in trazione)

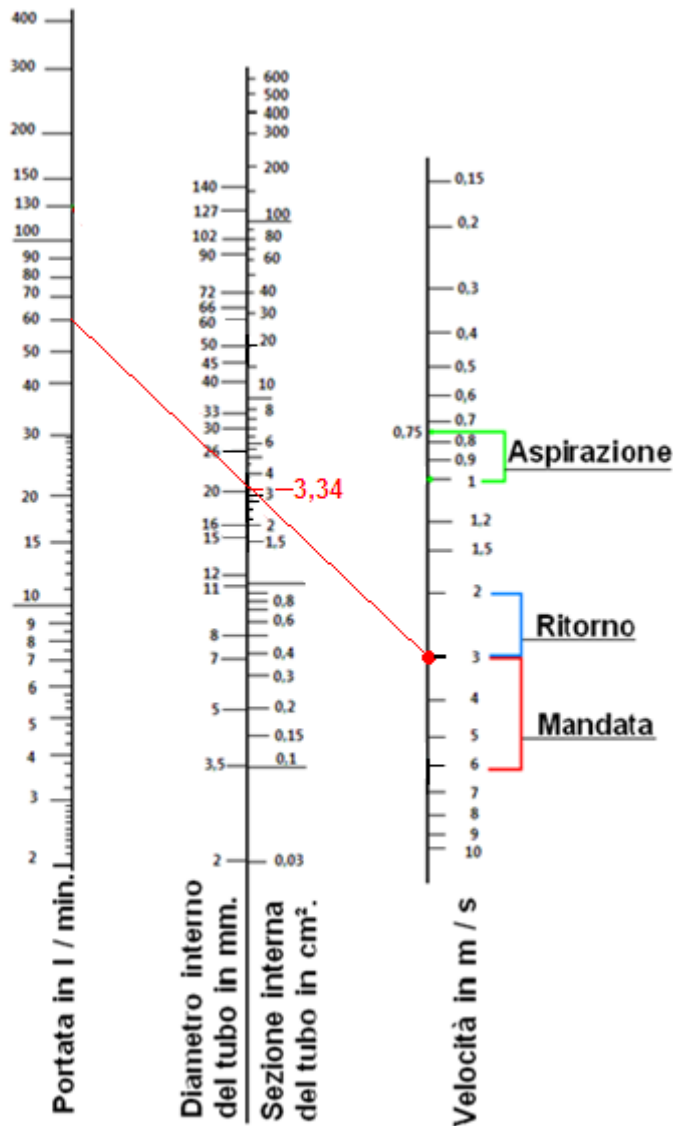
## Esercizio n.5

a)  $60 \frac{1}{\text{min}} : 60 = 1 \frac{1}{s} \cdot 20 \text{ s} = 20 \text{ l} = 20 \text{ dm}^3$

b) Dalla formula  $Q = 6 \cdot A \cdot v$ , ricavo la velocità **v** in m/s

$$v = \frac{Q}{6 \cdot A} = \frac{60}{6 \cdot 3,34} = \frac{60}{20} = 3 \text{ m/s}$$

Verifichiamo con la tabella sotto il risultato ottenuto, tracciando una linea che collega la portata di 60 l/min, la sezione di 3,34 cm² e la velocità in m/s.



## Esercizio n.6

a) Per calcolare la velocità in **m/min** con i dati del disegno,utilizziamo la formula:

$$v \left( \frac{\text{m}}{\text{min}} \right) = \frac{h \text{ (mm)}}{t \text{ (s)} \cdot 1000} = \frac{500}{10 \cdot 1000} = \frac{500}{10000} = 0,05 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 60 = \mathbf{3 \text{ m/min}}$$

b) Per trovare la portata necessaria per fare la corsa di 500 mm ad una velocità di spostamento di 3 m/min (3 :60 = **0,05 m/s**),utilizzo la seguente formula :

$$Q = 6 \cdot A \text{ (cm}^2\text{)} \cdot v \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

Calcolo la sezione **A** del cilindro:  $A = \frac{D^2 \cdot 3,14}{400} = 78,5 \text{ cm}^2$

$$Q = 6 \cdot 78,5 \cdot 0,05 = 23,5 \text{ l/min}$$

c) Portata utile per fare la corsa di 500 mm in un tempo richiesto di **10 s**.

$$Q = \frac{V (\text{dm}^3) \cdot 60}{t (\text{s})}$$

Bisogna calcolare il volume (invaso) del cilindro in uscita.

$$V (\text{dm}^3) = \frac{A (\text{cm}^2) \cdot h (\text{mm})}{10\,000} = \frac{78,5 \cdot 500}{10\,000} = 3,92 (\text{dm}^3)$$

Quindi:  $Q = \frac{3,92 \cdot 60}{10} = 23,5 \text{ dm}^3/\text{min}$

### Esercizio n.7

a) La velocità dell'olio è data dalla formula :  $v = \frac{Q}{6 \cdot A}$ .

Calcoliamo la sezione **A** del tubo di  $\varnothing 6 \text{ mm}$ .

$A = \frac{6^2 \cdot 3,14}{400} = 0,2826 \text{ cm}^2$  Introducendo i valori diventa:

$$v = \frac{10}{6 \cdot 0,2826} = 5,89 \text{ m/s}$$

Si può verificare il valore trovato utilizzando la tabella dell'esempio 5.

b) La velocità di uscita  $vu = \frac{Q}{6 \cdot A} \text{ m/s}$

Calcoliamo la sezione **A** del cilindro:  $A = \frac{50^2 \cdot 3,14}{400} = 19,62 \text{ cm}^2$

$$vu = \frac{10}{6 \cdot 19,62} = 0,08 \text{ m/s}$$

c) La portata **Q2** deve tenere conto della sezione anulare **A2**.

Il rapporto **R = 2,08**

Relazione RS tra le superfici A1 e A2

| Valore nominale | D       | 25   | 32   | 40   | 50    | 60    | 63    | 80    | 100  | 125  |
|-----------------|---------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|                 | A1 cm2  | 4,91 | 8,04 | 12,6 | 19,6  | 28,3  | 31,2  | 50,3  | 78,5 | 123  |
| 1,25            | dst     | 12   | 14   | 18   | 22    | 25    | 28    | 36    | 45   | 56   |
|                 | A2 cm2  | 3,78 | 6,50 | 10,0 | 15,8  | 23,4  | 25,0  | 40,1  | 62,2 | 98,1 |
|                 | Rs nom. | 1,30 | 1,24 | 1,25 | 1,24  | 1,21  | 1,25  | 1,25  | 1,26 | 1,25 |
| 1,4             | dst     | 14   | 18   | 22   | 28    | 32    | 36    | 45    | 56   | 70   |
|                 | A2 cm2  | 3,37 | 5,50 | 8,77 | 13,50 | 20,20 | 21,00 | 34,40 | 54   | 84,2 |
|                 | Rs nom. | 1,46 | 1,46 | 1,44 | 1,45  | 1,39  | 1,49  | 1,46  | 1,45 | 1,46 |
| 1,6             | dst     | 16   | 20   | 25   | 32    | 36    | 40    | 50    | 63   | 80   |
|                 | A2 cm2  | 2,90 | 4,90 | 7,66 | 11,6  | 18,2  | 18,6  | 30,6  | 47,4 | 72,4 |
|                 | Rs nom. | 1,69 | 1,64 | 1,64 | 1,69  | 1,55  | 1,68  | 1,64  | 1,66 | 1,69 |
| 2               | dst     | 18   | 22   | 28   | 36    | 40    | 45    | 56    | 70   | 90   |
|                 | A2 cm2  | 2,36 | 4,24 | 6,41 | 9,46  | 15,7  | 15,3  | 25,6  | 40,0 | 59,1 |
|                 | Rs nom. | 2,08 | 1,90 | 1,96 | 2,08  | 1,80  | 2,04  | 1,96  | 1,96 | 2,08 |
| 2,5             | dst     | 20   | 25   | 32   | 40    | 45    | 50    | 63    | 80   | 100  |
|                 | A2 cm2  | 1,77 | 3,13 | 4,52 | 7,07  | 12,3  | 11,5  | 19,1  | 28,4 | 44,2 |
|                 | Rs nom. | 2,78 | 2,57 | 2,78 | 2,78  | 2,30  | 2,70  | 2,64  | 2,78 | 2,78 |
| 5               | dst     | --   | --   | --   | 45    | 55    | 56    | 70    | 90   | 110  |
|                 | A2 cm2  | --   | --   | --   | 3,73  | 4,54  | 6,54  | 11,8  | 14,9 | 27,7 |
|                 | Rs nom. | --   | --   | --   | 5,26  | 6,20  | 4,77  | 4,27  | 5,26 | 4,43 |

La portata **Q2** sarà  $10 : 2 = 5 \text{ l/min.}$

d) la pressione necessaria per spostare il carico è data dalla formula:

$$p = \frac{F \text{ (daN)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} = \frac{m \cdot a \cdot 0,1}{\frac{50^2 \cdot 3,14}{400}} = \frac{2000 \cdot 9,81 \cdot 0,1}{19,6} = 100 \text{ bar}$$

## Esercizio n.8

Per determinare se il regime di flusso che s'instaura nella tubazione è di tipo *laminare* o *turbolento*, occorre trovare il numero di Reynolds.

In generale :  $Re < 1400$  moto laminare ;  $Re > 2300$  moto turbolento.

La formula per calcolare il nr. di Reynolds è:  $Re = \frac{v \text{ (m/s)} \cdot d \text{ (mm)} \cdot 1000}{v \text{ (cSt)}}$

a) Bisogna trovare la velocità dell'olio nei punti **A1**; **A2** e **A3**.

Utilizzando la formula:  $Q = 6 \cdot A \text{ (cm}^2\text{)} \cdot v \left(\frac{m}{s}\right)$ , trovo  $v = \frac{Q}{6 \cdot A}$

Prima di inserire i dati nella formula,devo calcolare l'area di **A1**; **A2** e **A3**.

$$A_1 = \frac{20^2 \cdot 3,14}{400} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{10^2 \cdot 3,14}{400} = 0,785 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = \frac{4^2 \cdot 3,14}{400} = 0,126 \text{ cm}^2$$

Quindi:

$$v_1 = \frac{18,84}{6 \cdot 3,14} = 1 \text{ m/s} ; v_2 = \frac{18,84}{6 \cdot 0,785} = 4 \text{ m/s} ; v_3 = \frac{18,64}{6 \cdot 0,126} = 25 \text{ m/s}$$

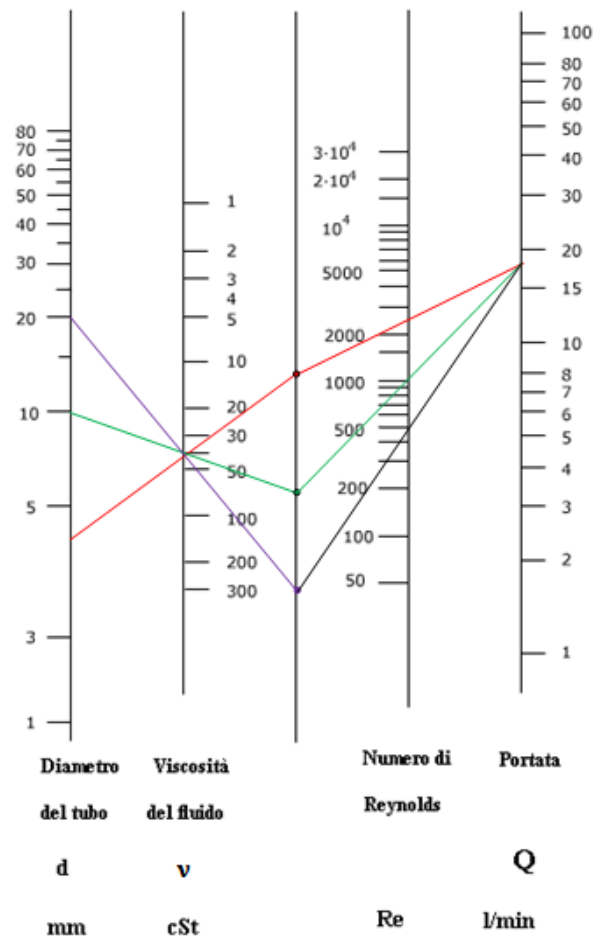
Ora abbiamo i dati per calcolare il numero di Reynolds **Re1**, **Re2**, **Re3** utilizzando la formula :

$$Re_1 = \frac{1 \cdot 20 \cdot 1000}{40} = 500 \text{ (laminare)}$$

$$Re_2 = \frac{4 \cdot 10 \cdot 1000}{40} = \mathbf{1000} \text{ (laminare)}$$

$$Re_3 = \frac{25 \cdot 4 \cdot 1000}{40} = \mathbf{2500} \text{ (turbolento)}$$

b) **Re1;Re2;Re3**



c) La formula per il calcolo delle perdite di carico **distribuite** è:

$$\Delta p = \rho \cdot \lambda \cdot \frac{v^2 \cdot L}{2 \cdot d \cdot 100} \text{ (legge di Darcy)}$$

**$\Delta p$**  = perdita di carico in **bar**

**$\rho$**  = densità del fluido in **kg / m³**

**$\lambda$**  = numero (coefficiente) di resistenza

**$v$**  = velocità media del fluido nella condotta in **m/s**

**$L$**  = lunghezza della condotta in **m**.

**$d$**  = diametro della condotta in **mm**.

Devo trovare il valore di  $\lambda$  da inserire nella formula.

$$\lambda = \frac{64}{Re} \text{ (flusso laminare)}$$

$$\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}} \text{ (flusso turbolento)}$$

Quindi:

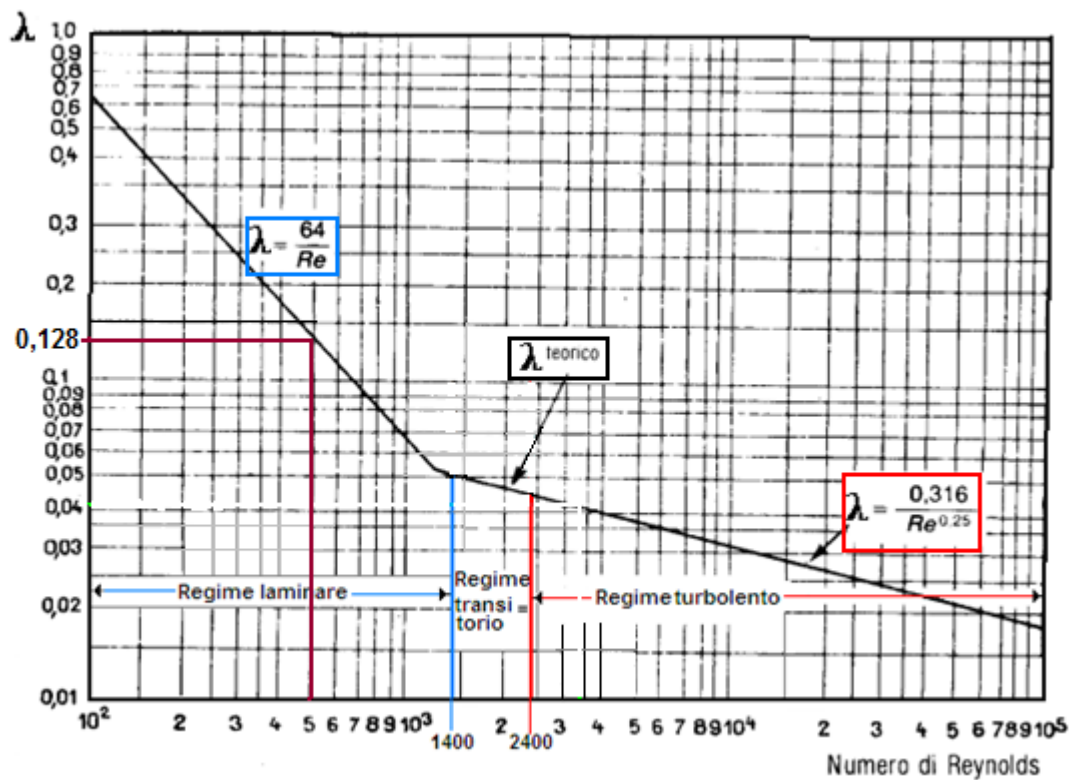
$$\lambda_1 = \frac{64}{Re_1} = \frac{64}{500} = \mathbf{0,128}$$

$$\lambda_2 = \frac{64}{Re_2} = \frac{64}{1000} = \mathbf{0,064}$$

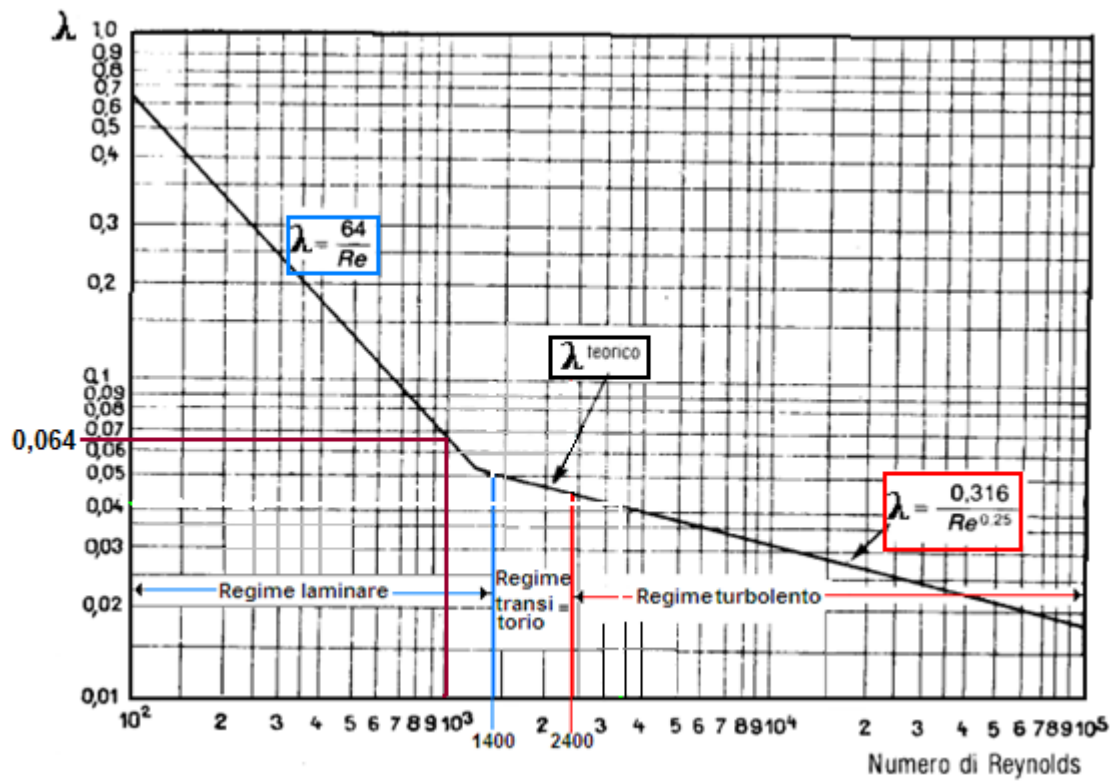
$$\lambda_3 = \frac{0,316}{Re_3^{0,25}} = \frac{0,316}{2500^{0,25}} = \mathbf{0,044}$$

Verifico i dati calcolati con l'utilizzo del diagramma di Moody.

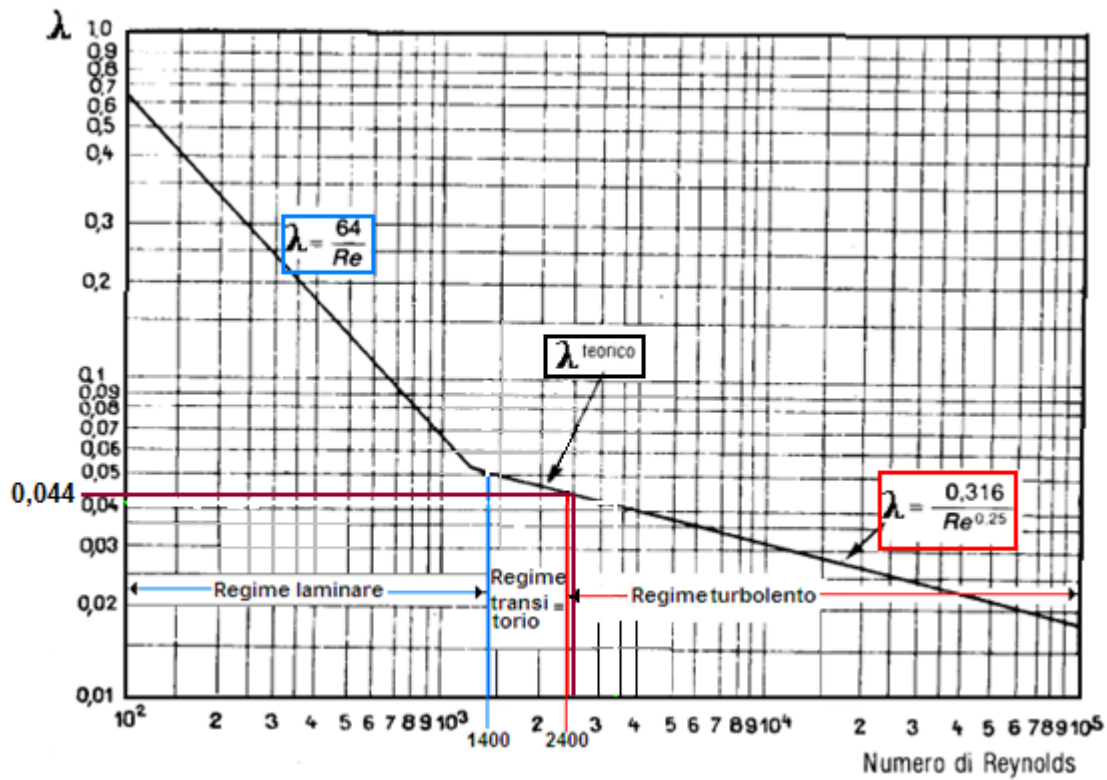
$\lambda_1$



$\lambda_2$



$\lambda_3$



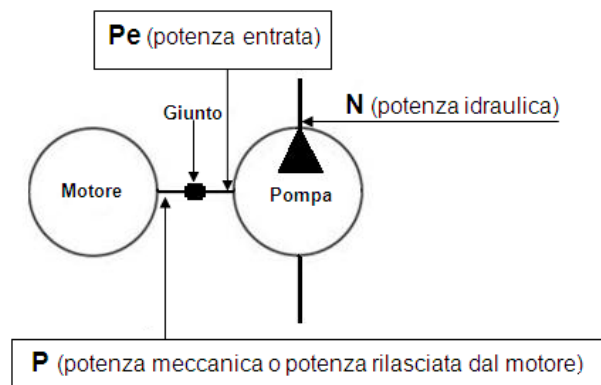
Ora posso completare il calcolo del  $\Delta p = \rho \cdot \lambda \cdot \frac{V^2 \cdot L}{2 \cdot d \cdot 100}$

$$\Delta p_1 = 900 \cdot 0,128 \cdot \frac{1^2 \cdot 2}{2 \cdot 20 \cdot 100} = \mathbf{0,057 \text{ bar}}$$

$$\Delta p_2 = 900 \cdot 0,064 \cdot \frac{4^2 \cdot 5}{2 \cdot 10 \cdot 100} = \mathbf{2,3 \text{ bar}}$$

$$\Delta p_3 = 900 \cdot 0,044 \cdot \frac{25^2 \cdot 1}{2 \cdot 4 \cdot 100} = \mathbf{30,9 \text{ bar}}$$

## Esercizio n.9

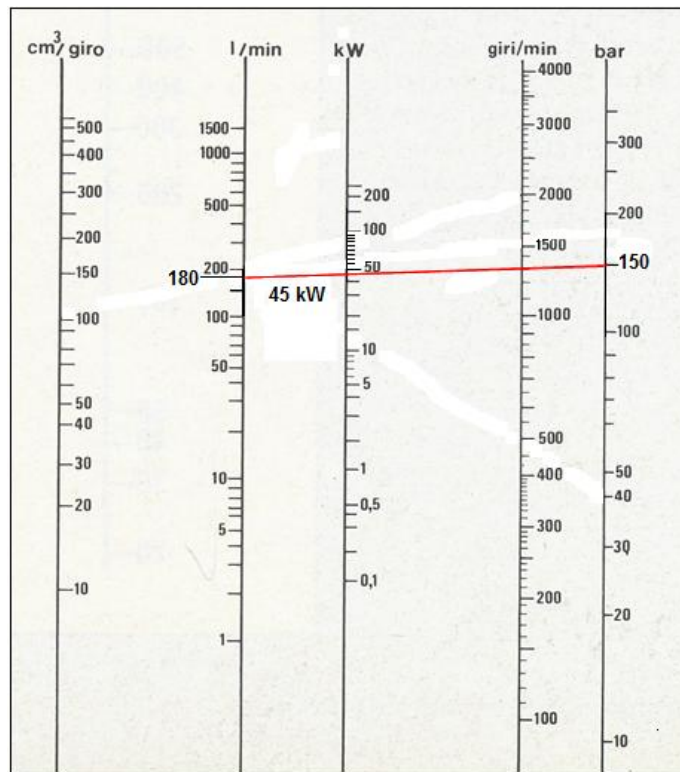


**a)** Per assicurare una pressione di 150 bar di esercizio, la valvola di massima deve essere tarata a 150 bar + 10% = **165 bar**; perciò la potenza del motore elettrico sarà:

$$P_m = \frac{Q \cdot p_{eff}}{600 \cdot \eta_g} = \frac{180 \cdot 165}{600 \cdot 0,85} = \frac{29700}{510} = \mathbf{58,2 \text{ kW}}$$

**b)** La potenza idraulica resa  $N = \frac{Q \cdot p}{600} = \frac{180 \cdot 150}{600} = \mathbf{45 \text{ kW}}$

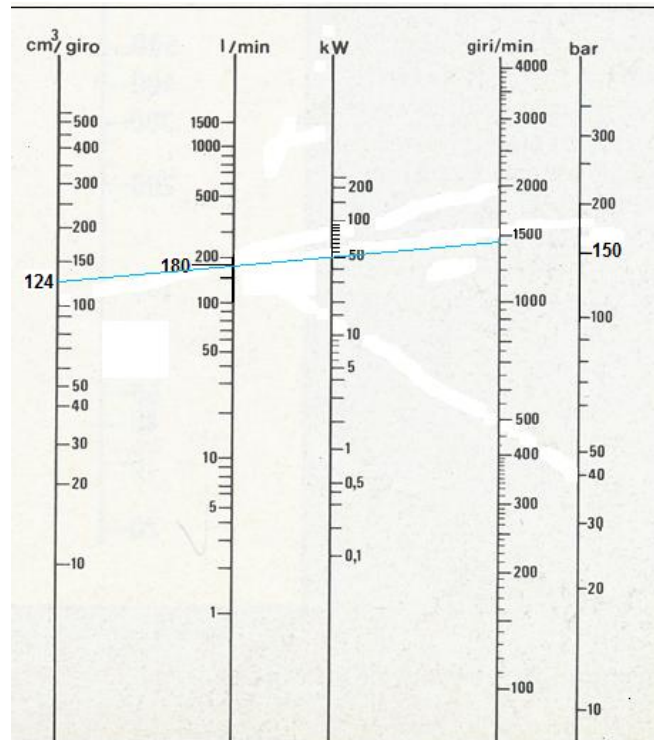
Verifica della potenza con nomogramma sotto riportato che **non** tiene conto del rendimento.



c) La cilindrata teorica della pompa è data dalla formula:

$$c = \frac{Q \cdot 1000}{n} = \frac{180 \cdot 1000}{1450} = \mathbf{124 \text{ cm}^3 / \text{giro}}$$

Con il monogramma possiamo verificare il valore della cilindrata calcolato.



d) Per calcolare la coppia trasmessa dal motore elettrico, si utilizza la formula:

$$M = \frac{9554 \cdot P_m \cdot f}{n} \text{ (Nm)}$$

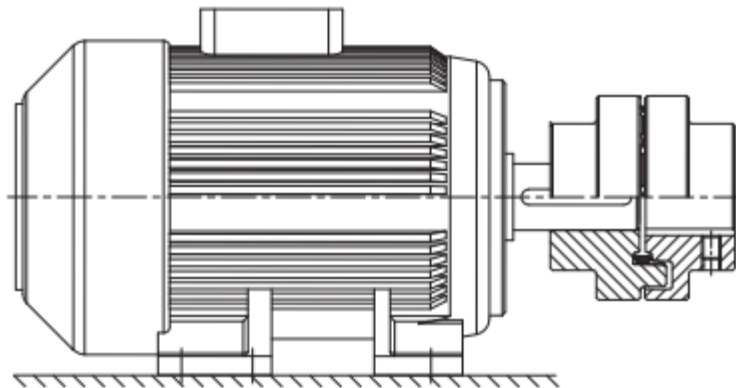
M = coppia nominale del giunto

P<sub>m</sub> = potenza applicata

n = numero di giri al minuto

f = fattore di servizio (tiene conto del tipo di lavoro da eseguire. Può variare da 1,5 a 3,5).

I costruttori del giunto forniscono il valore da utilizzare in funzione del suo impiego.



| FATTORI DI SERVIZIO <b>f</b>                                                        |                                                              |                     |                                 |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------|
| MOTORI DI COMANDO<br>DRIVING MOTORS                                                 | DURATA GIORNALIERA DI SERVIZIO<br>DAILY DURATION OF THE DUTY | UNIFORME<br>UNIFORM | URTI MODERATI<br>LIMITED SHOCKS | URTI FORTI<br>HIGH SHOCKS |
| <b>Elettrico</b><br><i>Electric</i>                                                 | Da 1 a 3 ore al giorno / <i>From 1 to 3 hours/day</i>        | 1,00                | 1,50                            | 2,00                      |
|                                                                                     | Fino a 10 ore al giorno / <i>Up to 10 hours/day</i>          | 1,50                | 2,00                            | 2,50                      |
|                                                                                     | 24 ore al giorno / <i>24 hours/day</i>                       | 1,75                | 2,50                            | 3,00                      |
| <b>A combustione<br/>interna pluricilindrico</b><br><i>Multiple cylinder engine</i> | Da 1 a 3 ore al giorno / <i>From 1 to 3 hours day</i>        | 1,50                | 1,75                            | 2,00                      |
|                                                                                     | Fino a 10 ore al giorno / <i>Up to 10 hours/day</i>          | 1,75                | 2,00                            | 2,50                      |
|                                                                                     | 24 ore al giorno / <i>24 hours/day</i>                       | 2,00                | 2,50                            | 3,00                      |
| <b>A combustione<br/>interna monocilindrico</b><br><i>Single cylinder engine</i>    | Da 1 a 3 ore al giorno / <i>From 1 to 3 hours/day</i>        | 1,75                | 2,00                            | 2,50                      |
|                                                                                     | Fino a 10 ore al giorno / <i>Up to 10 hours/day</i>          | 2,00                | 2,50                            | 3,00                      |
|                                                                                     | 24 ore al giorno / <i>24 hours/day</i>                       | 2,50                | 3,00                            | 3,50                      |

$$M = \frac{9554 \cdot 58,2 \cdot 1,5}{1450} = 575 \text{ (Nm)}$$

Dal catalogo del costruttore si sceglie il giunto che si avvicina al valore calcolato,tenendo presente le caratteristiche del motore elettrico.

**NB:**per maggiori informazioni tecniche consultare il sito:

<http://www.ktr.com/root/img/pool/pdf/produktkataloge/it/it>

**e)** Calcolo del tubo di aspirazione.

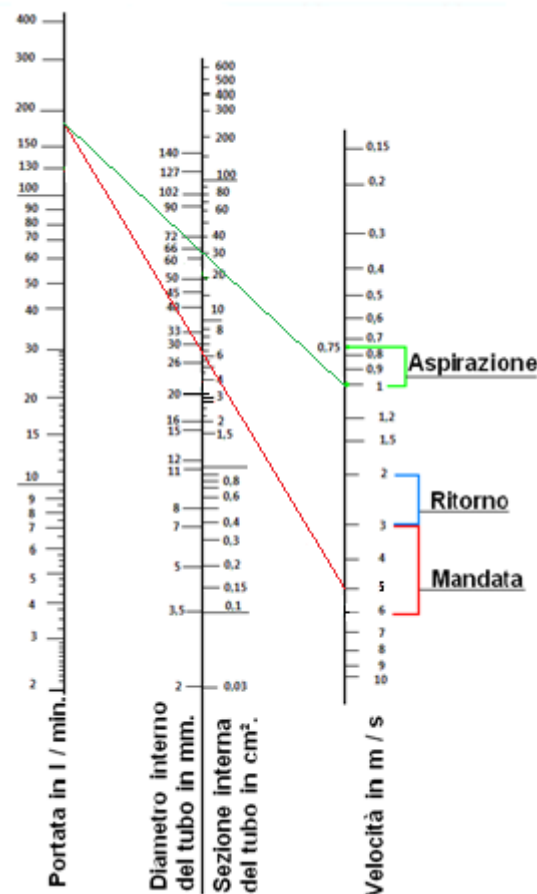
Dalla formula  $v = \frac{Q}{A \cdot 6} \left( \frac{m}{s} \right)$  risulta:  $A = \frac{Q}{v \cdot 6} = \frac{180}{1 \cdot 6} = 30 \text{ cm}^2$ ,

$$\text{quindi } d_{asp.} = \sqrt{\frac{A \cdot 400}{\pi}} = \sqrt{\frac{30 \cdot 400}{3,14}} = 62 \text{ mm}$$

**f)** Calcolo del tubo di mandata.

$$d_{man.} = 28 \text{ mm}$$

**g)** Verifica dei diametri calcolati con il nomogramma.



## Esercizio n.10

Il principio di PASCAL afferma che ogni fluido trasferisce in tutta la sua massa, la pressione **p** esercitata su di esso, trasmettendola in tutti i punti con la stessa intensità, indipendentemente dalla forma del recipiente chiuso.

$$\text{La pressione } p = \frac{F_1}{S_1} = \frac{25 \text{ (kg)} \cdot 9,81 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \cdot 0,1}{10 \text{ (cm}^2\text{)}} = \mathbf{2,45 \text{ bar}},$$

$$\text{dove: } \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2} = \text{N} \cdot 0,1 = \text{daN} : \text{cm}^2 = \text{bar}$$

$$\text{La forza } F_2 = 1500 \cdot 9,81 \cdot 0,1 \cong \mathbf{1470 \text{ daN}}$$

Le forze sono direttamente proporzionali alle sezioni dei cilindri:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} ; \text{ricavo } S_2 = \frac{F_2 \cdot S_1}{F_1} = \frac{1470 \text{ (daN)} \cdot 10 \text{ (cm}^2\text{)}}{24,5 \text{ (daN)}} = \mathbf{600 \text{ cm}^2}, \text{quindi:}$$

$$D = \sqrt{\frac{S_2 \cdot 400}{\pi}} = \sqrt{\frac{600 \cdot 400}{3,14}} = \mathbf{276 \text{ mm}}$$

$$\text{Utilizzando il rapporto } K = \frac{S_2}{S_1} = \frac{600}{10} = \mathbf{60}, \text{ diventa } S_2 = S_1 \cdot K = 10 \cdot 60 = \mathbf{600 \text{ cm}^2}$$

Per l'uguaglianza dei volumi spostati dai pistoni 1 e 2, vale la formula:  $h_1 \cdot S_1 = h_2 \cdot S_2$   
e  $\frac{h_2}{h_1} = \frac{S_1}{S_2}$  ma  $\frac{S_1}{S_2} = \frac{1}{K}$ , risulta  $h_2 = h_1 \cdot \frac{1}{K} = \frac{h_1}{K} = \frac{150}{60} = 2,5 \text{ mm}$

### Esercizio n.11

Il volume di olio contenuto nel serbatoio è di  $V = 0,8 \text{ (m)} \cdot 0,8 \text{ (m)} \cdot 0,5 \text{ (m)} = 0,32 \text{ m}^3$

Dalla formula che definisce la densità o massa volumica  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{\text{massa}}{\text{Volume}}$ ,

si ricava:  $m = \rho \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \cdot V \text{ (m}^3\text{)}$  quindi  $m = 900 \cdot 0,32 = 288 \text{ kg}$ .

### Esercizio n.12

Nel capitolo del corso di base “dimensionamento di una pompa a ingranaggi” è riportata la seguente formula per il calcolo della cilindrata:  $c = \pi \cdot b \cdot (r_e^2 - r_i^2)$ .  
I valori sono in **cm**. Inserendo i dati diventa:  $c = 3,14 \cdot 2,5 \cdot (5^2 - 3,5^2) = 100 \text{ cm}^3$ .

Oppure:

$$c = \frac{\pi}{2} \cdot b \cdot (D_e^2 - A^2) \text{ cm}^3$$

Dove  $A = 50 + 35 = 85 \text{ mm} = 8,5 \text{ cm}$

$$c = \frac{3,14}{2} \cdot 2,5 \cdot (10^2 - 8,5^2) = 108,9 \text{ cm}^3$$

I valori trovati sono simili.

### Esercizio n.13

Calcoliamo la portata teorica:

$$Q_{th} = 10 \text{ cm}^3 \cdot 1450 \text{ rpm} = 14500 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} : 1000 = 14,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}} = 14,5 \text{ l/min}$$

$$\eta_v = \frac{Q_{eff}}{Q_{th}} = \frac{13,1}{14,5} = 0,9 \cdot 100 = 90 \%$$

### Esercizio n.14

Utilizzando la formula:

$$c \text{ (cm}^3\text{/giro)} = \frac{\pi \cdot d^2}{2} \cdot R \cdot \tan \beta \cdot N$$

Calcolo la tangente di  $18^\circ = 0,325$

Inserisco i valori noti in cm.

$$c = \frac{3,14 \cdot 1,5^2}{2} \cdot 6 \cdot 0,325 \cdot 7 = 48,21 \text{ cm}^3$$

La portata teorica:

$$Q = \frac{c \text{ (cm}^3\text{)} \cdot n \text{ (giri/min)}}{1000} = \text{l/min} = \frac{48,21 \cdot 2000}{1000} = \mathbf{96,42 \text{ l/min}}$$

### Esercizio n.15

La formula per il calcolo della portata è:

$$Q = \frac{c \cdot n}{1000} \cdot \eta_v$$

trovo il valore della cilindrata

$$c \text{ (cm}^3\text{)} = \frac{\pi \cdot d^2}{2} \cdot e \cdot z$$

dove **z** indica il numero dei pistoni. Inserendo i valori in cm:

$$c = \frac{3,14 \cdot 2^2}{2} \cdot 0,64 \cdot 5 = \mathbf{20 \text{ cm}^3/\text{giro}}$$

Ora posso calcolare la portata effettiva:

$$Q_{\text{eff.}} = \frac{c \cdot n}{1000} \cdot \eta_v = \frac{20 \cdot 1500}{1000} \cdot 0,95 = \mathbf{28,5 \text{ l/min}}$$

### Esercizio n.16

La formula per calcolare i giri/minuto:  $\mathbf{rpm} = \frac{Q \cdot 1000}{c} \cdot \eta_v$

Calcolo la portata della pompa

$$Q = \frac{c \cdot \text{rpm}}{1000} = \frac{30 \cdot 2000}{1000} = \mathbf{60 \text{ l/min}}$$

Inserisco i dati nella formula:

$$\mathbf{rpm} = \frac{Q \cdot 1000}{c} \cdot \eta_v = \frac{60 \cdot 1000}{100} \cdot 0,9 = \mathbf{540 \frac{\text{giri}}{\text{min}}}$$

Il momento torcente (coppia):

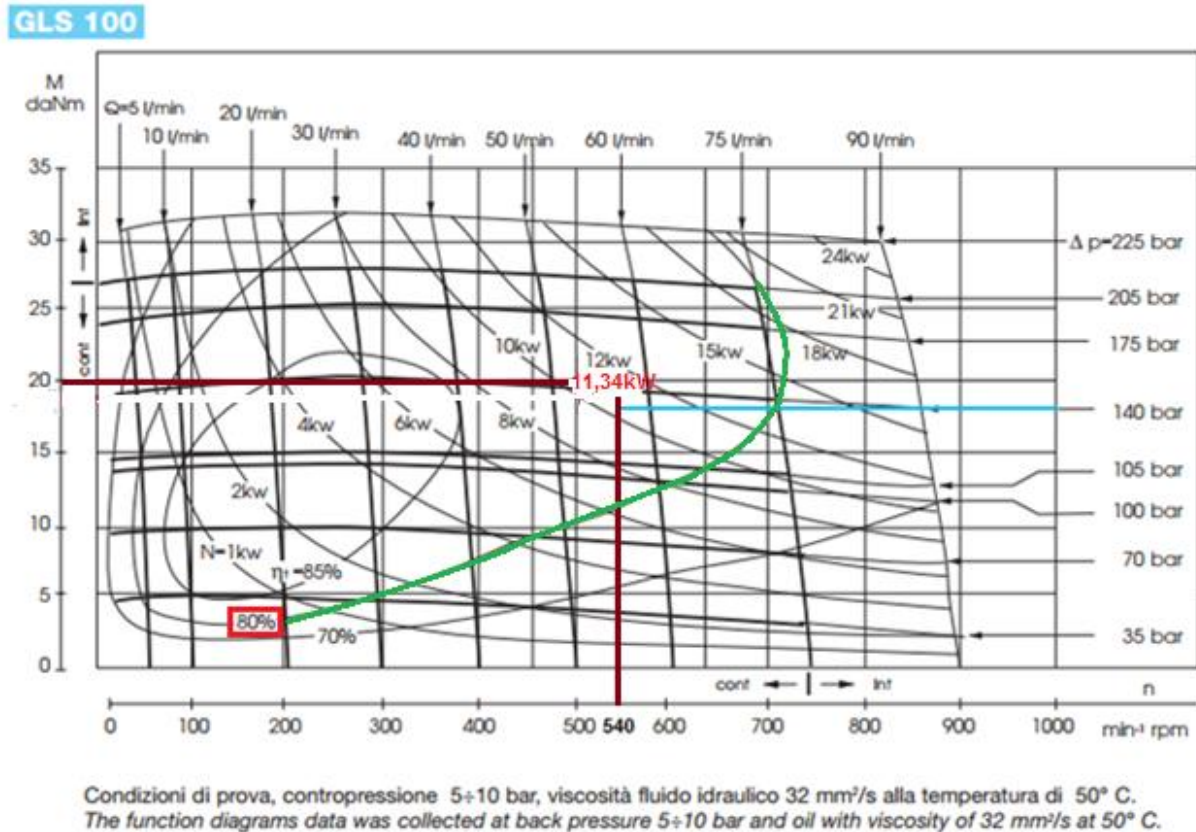
$$\mathbf{M} = \frac{c \cdot \Delta p \cdot \eta_m}{20 \cdot \pi} = \frac{100 \cdot 140 \cdot 0,9}{62,8} = \mathbf{200,6 \text{ Nm}}$$

La potenza idraulica **N**:

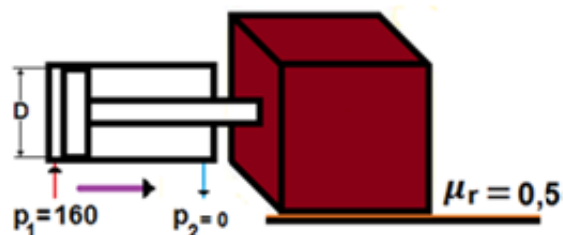
$$\mathbf{N} = \frac{Q \cdot \Delta p \cdot \eta_g}{600} = \frac{60 \cdot 140 \cdot 0,81}{600} = \mathbf{11,34 \text{ kW}}$$

$$\mathbf{N} = \frac{Q \cdot \Delta p \cdot \eta_g}{450} = \frac{60 \cdot 140 \cdot 0,81}{450} = \mathbf{15,12 \text{ HP}}$$

Per la verifica dei valori calcolati, i costruttori forniscono i grafici delle “ellissi di isorendimento” per ciascun motore. La figura sotto è relativa a un motore Comer tipo GLS 100 dove si può individuare l’ellissi di rendimento 80% (linea verde) in cui ricadono le caratteristiche calcolate.



## Esercizio n.17



Dalla formula  $a = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot \Delta s}$  ricavo l’accelerazione.

Dove  $v_0 = 0$  ;  $v = 10 \text{ m/min} = 10 : 60 = 0,166 \text{ m/s}$  ;  $s = 50 \text{ mm} = 0,05 \text{ m}$

$$\text{Quindi } a = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot \Delta s} = \frac{0,166^2 - 0^2}{2 \cdot 0,05} = 0,278 \text{ m/s}^2$$

La forza idraulica **F<sub>tot</sub>** da applicare deve essere superiore alla somma algebrica di tutte le forze agenti sul cilindro.

$F_i = m \cdot a$  (forza d'inerzia per accelerare il carico)

$F_{att} = \mu_r \cdot m \cdot a$  (forza d'attrito)

Per calcolare la  $F_i$  devo trovare la massa  $m$  del cubo di acciaio.

Dalle tabelle trovo che l'acciaio pesa  $7860 \text{ kg/m}^3$ .

$$F_i = 7860 \text{ (kg)} \cdot 0,278 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = 2185 \text{ N}$$

$$F_{att} = 0,5 \cdot 7860 \cdot 9,8 = 38515 \text{ N}$$

La forza totale per accelerare il carico e vincere l'attrito è:

$$F_{tot} = F_i + F_{att} = 2185 + 38515 = 40700 \text{ N (arrotondato a 4100 daN)}$$

$$A = \frac{F_{tot}}{p} = \frac{4100}{160} = 25,63 \text{ cm}^2$$

Dalla tabella sotto trovo che il cilindro normalizzato  $\varnothing 63$  soddisfa la richiesta.

TABELLA CON SEZIONI E FORZE SVILUPPATE

| $\varnothing D$<br>Allesaggio | $\varnothing d$<br>Stelo | A1<br>(cm <sup>2</sup> ) | A2<br>(cm <sup>2</sup> ) | $\frac{A1}{A2}$ | Forza in spinta<br>F1 (daN) |         |         | Forza in tiro<br>F2 (daN) |         |         | Portata a 0,1 m/s |               |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------------|---------|---------|---------------------------|---------|---------|-------------------|---------------|
|                               |                          |                          |                          |                 | 160 bar                     | 200 bar | 250 bar | 160 bar                   | 200 bar | 250 bar | Q1<br>(L/min)     | Q2<br>(L/min) |
| 25                            | 12                       | 4,91                     | 3,78                     | 1,30            | 785                         |         |         | 604                       |         |         | 2,9               | 2,3           |
|                               | 14                       |                          | 3,37                     | 1,46            |                             |         |         | 539                       |         |         | 2,9               | 2,0           |
|                               | 18                       |                          | 2,36                     | 2,08            |                             |         |         | 378                       |         |         | 2,9               | 1,4           |
| 32                            | 14                       | 8,04                     | 6,50                     | 1,24            | 1287                        |         |         | 1040                      |         |         | 4,8               | 3,9           |
|                               | 18                       |                          | 5,50                     | 1,46            |                             |         |         | 880                       |         |         | 4,8               | 3,3           |
|                               | 22                       |                          | 4,24                     | 1,90            |                             |         |         | 679                       |         |         | 4,8               | 2,5           |
| 40                            | 18                       | 12,57                    | 10,02                    | 1,25            | 2011                        |         |         | 1603                      |         |         | 7,5               | 6,0           |
|                               | 22                       |                          | 8,77                     | 1,43            |                             |         |         | 1402                      |         |         | 7,5               | 5,3           |
|                               | 28                       |                          | 6,41                     | 1,96            |                             |         |         | 1025                      |         |         | 7,5               | 3,8           |
| 50                            | 22                       | 19,63                    | 15,83                    | 1,24            | 3142                        | 3927    | 4909    | 2533                      |         |         | 11,8              | 9,5           |
|                               | 28                       |                          | 13,48                    | 1,46            |                             |         |         | 2156                      |         |         | 11,8              | 8,1           |
|                               | 32                       |                          | 11,59                    | 1,69            |                             |         |         | 1855                      | 2318    | 2898    | 11,8              | 7,0           |
|                               | 36                       |                          | 9,46                     | 2,08            |                             |         |         | 1513                      | 1891    | 2364    | 11,8              | 5,7           |
| 63                            | 28                       | 31,17                    | 25,01                    | 1,25            | 4988                        | 6234    | 7793    | 4002                      |         |         | 18,7              | 15,0          |
|                               | 36                       |                          | 20,99                    | 1,48            |                             |         |         | 3359                      |         |         | 18,7              | 12,6          |
|                               | 40                       |                          | 18,61                    | 1,68            |                             |         |         | 2977                      | 3721    | 4652    | 18,7              | 11,2          |
|                               | 45                       |                          | 15,27                    | 2,04            |                             |         |         | 2443                      | 3054    | 3817    | 18,7              | 9,2           |
| 80                            | 36                       | 50,27                    | 40,09                    | 1,25            | 8042                        | 10053   | 12566   | 6414                      |         |         | 30,2              | 24,1          |
|                               | 45                       |                          | 34,36                    | 1,46            |                             |         |         | 5498                      |         |         | 30,2              | 20,6          |
|                               | 50                       |                          | 30,63                    | 1,64            |                             |         |         | 4901                      | 6126    | 7658    | 30,2              | 18,4          |
|                               | 56                       |                          | 25,64                    | 1,96            |                             |         |         | 4102                      | 5127    | 6409    | 30,2              | 15,4          |
| 100                           | 45                       | 78,50                    | 62,64                    | 1,25            | 12566                       | 15708   | 19635   | 10022                     |         |         | 47,1              | 37,6          |
|                               | 56                       |                          | 53,91                    | 1,46            |                             |         |         | 8626                      |         |         | 47,1              | 32,3          |
|                               | 63                       |                          | 47,37                    | 1,66            |                             |         |         | 7579                      | 9473    | 11842   | 47,1              | 28,4          |
|                               | 70                       |                          | 40,06                    | 1,96            |                             |         |         | 6409                      | 8011    | 10014   | 47,1              | 24,0          |
| 125                           | 56                       | 122,72                   | 98,09                    | 1,25            | 19635                       | 24544   | 30680   | 15694                     |         |         | 73,6              | 58,9          |
|                               | 70                       |                          | 84,23                    | 1,46            |                             |         |         | 13477                     |         |         | 73,6              | 50,5          |
|                               | 80                       |                          | 72,45                    | 1,69            |                             |         |         | 11592                     | 14491   | 18113   | 73,6              | 43,5          |
|                               | 90                       |                          | 59,10                    | 2,08            |                             |         |         | 9456                      | 11820   | 14775   | 73,6              | 35,5          |
| 160                           | 70                       | 201,06                   | 162,58                   | 1,24            | 32170                       | 40212   | 50265   | 26012                     |         |         | 120,6             | 97,5          |
|                               | 90                       |                          | 137,44                   | 1,46            |                             |         |         | 21991                     |         |         | 120,6             | 82,5          |
|                               | 100                      |                          | 122,52                   | 1,64            |                             |         |         | 19604                     | 24504   | 30631   | 120,6             | 73,5          |
|                               | 110                      |                          | 106,03                   | 1,90            |                             |         |         | 16965                     | 21206   | 26507   | 120,6             | 63,6          |
| 200                           | 90                       | 314,16                   | 250,54                   | 1,25            | 50265                       | 62832   | 78540   | 40087                     |         |         | 188,5             | 150,3         |
|                               | 110                      |                          | 219,13                   | 1,43            |                             |         |         | 35060                     |         |         | 188,5             | 131,5         |
|                               | 125                      |                          | 191,44                   | 1,64            |                             |         |         | 30631                     | 38288   | 47860   | 188,5             | 114,9         |
|                               | 140                      |                          | 160,22                   | 1,96            |                             |         |         | 25635                     | 32044   | 40055   | 188,5             | 96,1          |
| 250                           | 160                      | 490,87                   | 289,81                   | 1,69            | 78540                       | 98175   | 122718  | 46370                     | 57962   | 72453   | 294,5             | 73,9          |
|                               | 180                      |                          | 236,40                   | 2,08            |                             |         |         | 37825                     | 47281   | 59101   | 294,5             | 141,8         |

- Portata necessaria per spostare il carico in avanti alla velocità di  $3 \text{ m/min} = 0,05 \text{ m/s}$

$$\text{Dalla formula } Q = 6 \cdot A1 \cdot v = 6 \cdot 31,17 \cdot 0,05 = 9,53 \text{ l/min}$$

## Esercizio n. 18

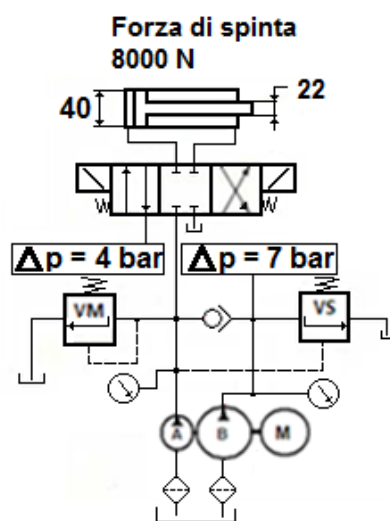
La formula per calcolare la portata è .

$$\text{gpm} = \frac{\text{cilindrata} \cdot \text{rpm}}{231} = \frac{4 \cdot 1725}{231} = 29,87 \cdot 3,78 \cong 113 \text{ l/min}$$

Dove : 231 è il coefficiente di trasformazione da cubic inches (cilindrata) in galloni al minuto.

## Esercizio n. 19

Schema e dati:



### Valvola di scarico (Unloading valve )

La forza di contropressione **F<sub>c</sub>** nel cilindro è eguale al **Δp 4 bar** sulla linea di ritorno per l'area effettiva del cilindro. (area cilindro – area stelo)

$$F_c = \frac{4 \cdot (D^2 - d_s^2) \cdot 0,785}{100} = \frac{4 \cdot (40^2 - 22^2) \cdot 0,785}{100} = 35 \text{ daN}$$

La pressione richiesta sul lato posteriore del cilindro per vincere la **F<sub>c</sub>** è uguale:

$$p_{\text{cilindro}} = \frac{F_c}{A} = \frac{35}{D^2 \cdot 0,00785} = \frac{35}{40^2 \cdot 0,00785} = 2,8 \text{ bar}$$

### Pressione di taratura della valvola di scarico

$$p_{vs} = 7 + 2,8 \cong 10 \text{ bar} + 20\% = 12 \text{ bar}$$

### Pressione di taratura valvola di massima

$$p_{vm} = \frac{F}{A} = \frac{800 \text{ daN}}{D^2 \cdot 0,00785} + 20\% = \frac{800}{40^2 \cdot 0,00785} + 20\% = 76 \text{ bar}$$

## Esercizio n.20

Dalla formula  $Q = 6 \cdot A \cdot v$  ricavo  $A = \frac{Q}{6 \cdot v}$ , ma  $A = \frac{d^2 \cdot \pi}{400}$ , sostituendo diventa

$\frac{d^2 \cdot \pi}{400} = \frac{Q}{6 \cdot v}$  quindi ricavo  $d = \sqrt{\frac{Q \cdot 400}{6 \cdot v \cdot 3,14}}$  dove  $\sqrt{\frac{400}{6 \cdot 3,14}} = 4,607$  la formula diventa:

$d = 4,607 \cdot \sqrt{\frac{Q}{v}}$ . Inserendo i valori noti, trovo

$$DN = 4,607 \cdot \sqrt{\frac{80}{5}} = 18,42 \text{ mm}$$

Si può verificare il valore calcolato con il relativo nomogramma.

## Esercizio n.21

La portata teorica della pompa è:

$$Q = \frac{c \cdot \text{rpm}}{1000} = \text{l/min} = \frac{8 \cdot 1420}{1000} = 11,36 \text{ l/min}$$

Quindi il rendimento volumetrico è :

$$\eta_v = \frac{Q_{\text{reale}}}{Q_{\text{teorica}}} = \frac{10}{11,36} = 0,88 \cdot 100 = 88\%$$

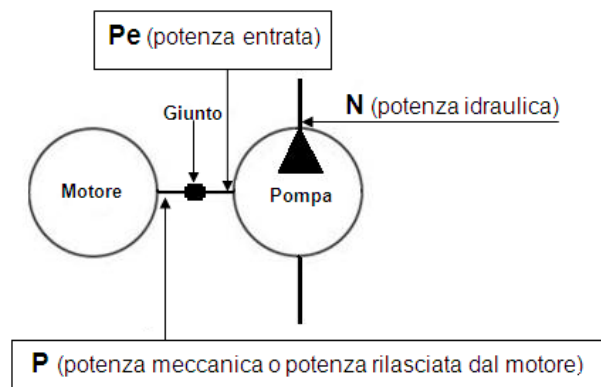
La potenza meccanica assorbita dalla pompa è:

$$P = \frac{M \cdot \text{rpm}}{9554} = \frac{11,4 \cdot 1420}{9554} = 1,69 \text{ kW}$$

La potenza idraulica è:

$$N = \frac{10 \cdot 80}{600} = 1,33 \text{ kW}$$

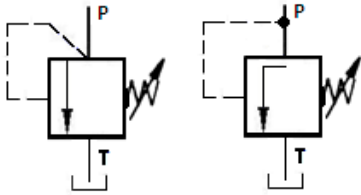
Il rendimento totale è:



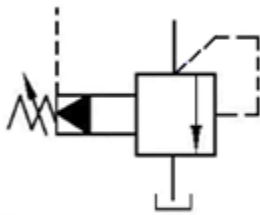
$$\eta_g = \frac{N_{\text{uscita}}}{P_{\text{entrata}}} = \frac{1,33}{1,69} = 0,78 \cdot 100 = 78\%$$

## Esercizio n.22

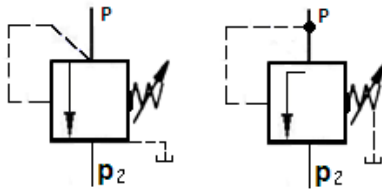
- ✓ Limitatrice di pressione.



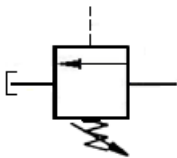
- ✓ Limitatrice di pressione con attacco vent



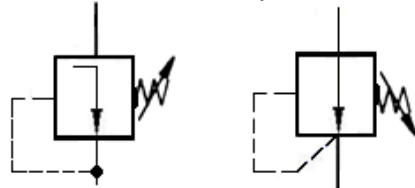
- ✓ Valvola di sequenza pilotata



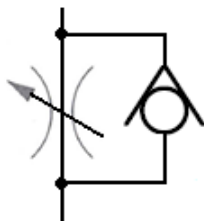
- ✓ Valvola di scarico



- ✓ Valvola riduttrice di pressione

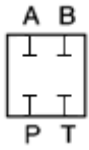


- ✓ Valvola di strozzamento

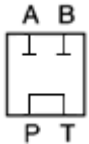


### Esempio n.23

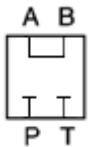
- Le 4 vie tutte chiuse



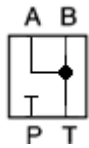
- P e T collegate, A e B chiuse



- P e T chiuse, A e B collegate



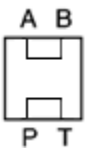
- P chiusa, A, B, T collegate



- Le 4 vie tutte collegate

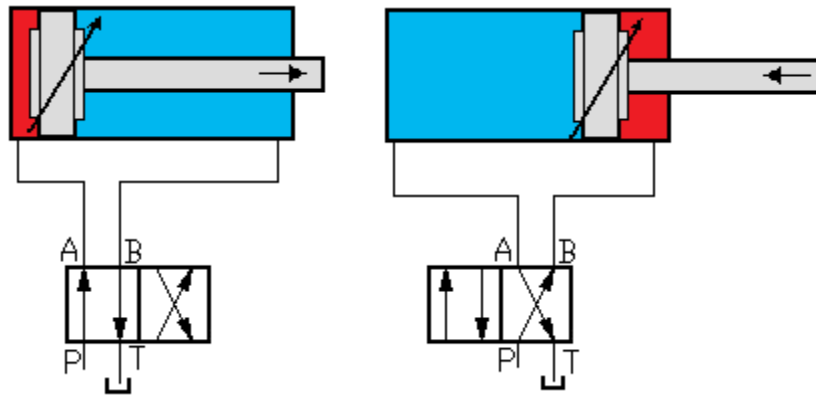


- P e T collegate tra di loro, A e B collegate tra di loro



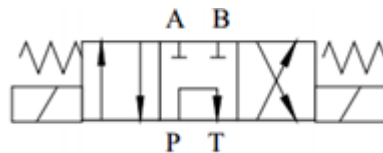
### Esercizio n.24

Lo schema prevede l'impiego di una valvola direzionale 4/2 per realizzare la corsa di andata e ritorno senza posizioni intermedie. Le due testate e la freccia sul cilindro rappresentano la soluzione ammortizzata.

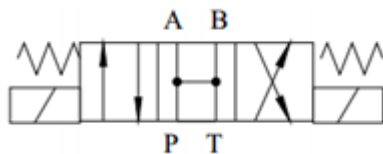


## Esercizio n.25

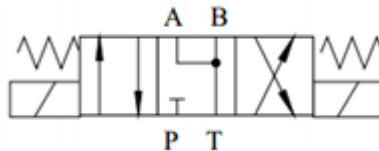
1. Circolazione libera del fluido da P-T . Cilindro bloccato in posizione.



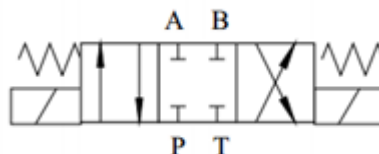
2. Circolazione libera del fluido (centro aperto),cilindro libero di muoversi.



3. Circolazione del fluido bloccata in mandata,centro parzialmente aperto,cilindro libero di muoversi.



4. Circolazione del fluido bloccata (centro chiuso),cilindro bloccato in posizione.



## Esercizio n. 26

Calcolo della potenza idraulica:

$$N = p \cdot Q = (10 \text{ Mpa} \cdot 10^6 \text{ N/m}^2) \cdot \left(40 \text{ l/min} \cdot \frac{\text{m}^3/\text{s}}{1000 \text{ l/s}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}\right) = 6670 \text{ W}$$

$$\text{Potenza in entrata} = 10 \text{ HP} \cdot 746 = 7460 \text{ W}$$

Quindi:

$$\eta_g = \frac{\text{potenza idraulica}}{\text{potenza in entrata}} = \frac{6670}{7460} = 0,894 \cdot 100 = \mathbf{89,4\%}$$

### Esercizio n.27

La portata teorica  $Q_t = \frac{100 \text{ cm}^3 \cdot 1000 \text{ rpm}}{1000000 \cdot 60} = \mathbf{0,00166 \frac{m^3}{s}}$

La portata effettiva di 90 l/min deve essere calcolata in m<sup>3</sup>/s.

$$Q_{\text{eff}} = \frac{90 \text{ dm}^3}{1000} = 0,09 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} : 60 = \mathbf{0,0015 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$\eta_v = \frac{Q_{\text{eff}}}{Q_{\text{teo}}} = \frac{0,0015}{0,00166} = \mathbf{0,90 \cdot 100 = 90\%}$$

**Potenza idraulica della pompa:**

$$N = p \cdot Q_t = \left(70 \cdot 100000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right) \cdot 0,00166 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 11669 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} \text{ (watt): } 1000 = \mathbf{11,67 \text{ kW}}$$

**Potenza in entrata alla pompa:**

$$P = C \text{ (Nm)} \cdot \omega \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right) = 120 \cdot \frac{2\pi \cdot 1000}{60} = 12560 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} \text{ (watt) : } 1000 = \mathbf{12,56 \text{ kW}}$$

$$\eta_m = \frac{P_{\text{eff}}}{P_{\text{teo}}} = \frac{11,67}{12,56} = 0,929 \cdot 100 = \mathbf{92,9\%}$$

$$\eta_g = \eta_v \cdot \eta_m = 0,9 \cdot 0,929 = \mathbf{0,836 \cdot 100 = 83,6 \%}$$

Oppure:

$$\eta_g = \frac{P_{\text{idra}}}{P_{\text{ent}}} = \frac{p \cdot Q_{\text{reale}}}{C \cdot \omega} = \frac{\left(70 \cdot 100000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right) \cdot 0,0015 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{120 \text{ Nm} \cdot \left(\frac{2\pi \cdot 1000}{60 \text{ s}}\right)} = \mathbf{0,836 = 83,6\%}$$

La coppia teorica richiesta per il funzionamento della pompa è:

$$C_{\text{teo}} = \text{Coppia in entrata} \cdot \eta_m = 120 \cdot 0,93 = \mathbf{111,6 \text{ Nm}}$$

Tenendo conto delle perdite meccaniche  $\eta_m$ , è richiesta una coppia di 120 Nm per il corretto funzionamento anziché 111,6 Nm.

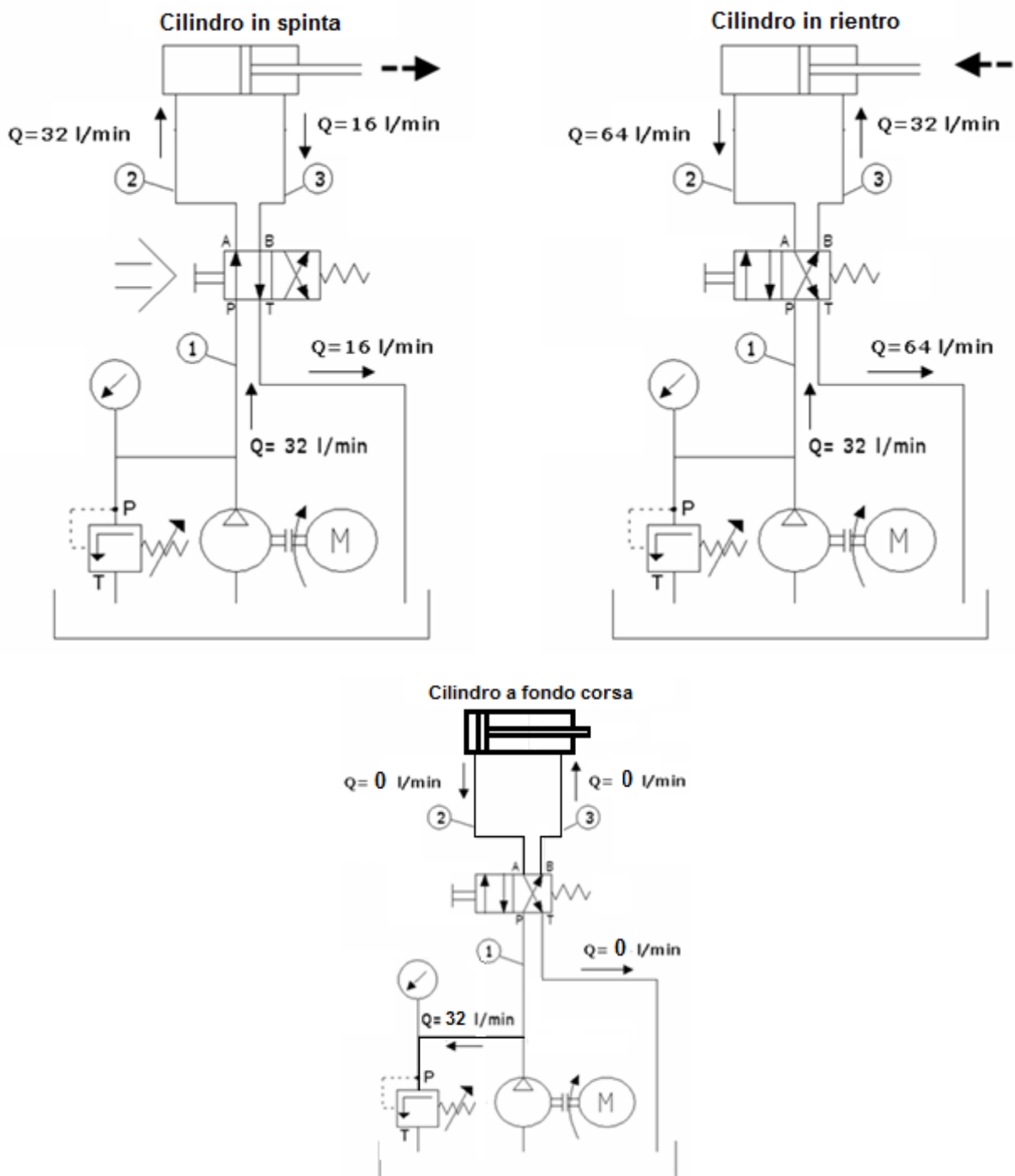
**Suggerimento: visitare sito**

[Il dimensionamento di un azionamento con un motore elettrico](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/.../technical_guide_no7_it.pdf)

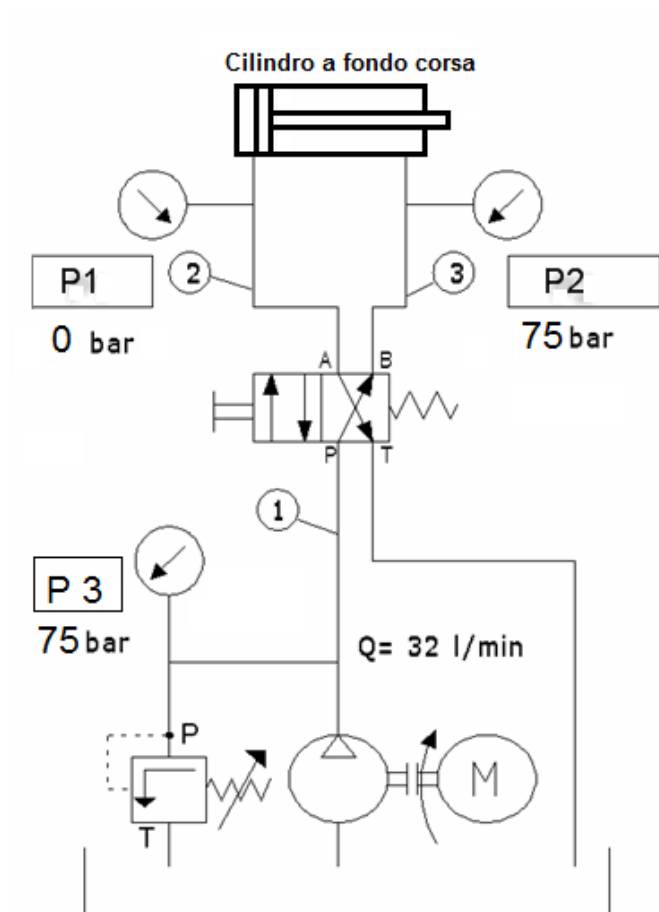
[www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/.../technical\\_guide\\_no7\\_it.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/.../technical_guide_no7_it.pdf)

## Esercizio n.28

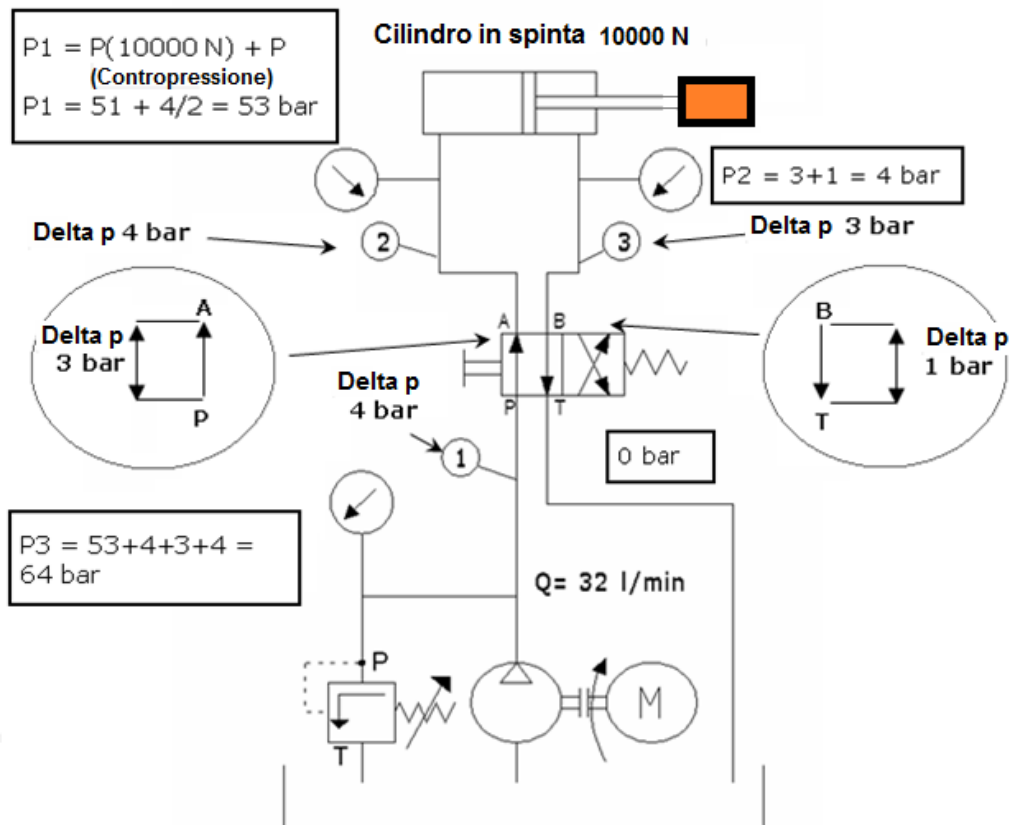
➤ Portata:



✓ Pressioni con cilindro a fondo corsa:



❖ **Pressioni in fase di spinta del cilindro:**



Procedimento:

- 1) Calcoliamo la  $p2$  tenendo conto del  $\Delta p = 3 \text{ bar}$  nel tubo.  
Consideriamo il  $\Delta p = 1 \text{ bar}$  della valvola 4/2 che dipende dalla portata del cilindro quando avanza; nel nostro caso 16 l/min.  
(Nel catalogo dei costruttori di valvole si trovano i diagrammi dei  $\Delta p$ ).  
 **$p2 = \Delta p \text{ tubo} + \Delta p \text{ valv.} = 3 + 1 = 4 \text{ bar}$**
- 2) Per conoscere la pressione  **$p1$** , dobbiamo calcolare la pressione necessaria per vincere la forza di 10000 N.

$$p = \frac{F}{A} = \frac{10000 \text{ N}}{\frac{50^2 \cdot \pi}{400}} = \frac{1000 \text{ daN}}{19,62 \text{ cm}^2} = \mathbf{51 \text{ bar}}$$

e sommare la contropressione  $\frac{p2}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ bar}$

Quindi  **$p1 = 51 + 2 = 53 \text{ bar}$** .

- 3) Per calcolare il valore teorico di  **$p3$** , dobbiamo sommare al valore  $p1$  il  $\Delta p$  della valvola quando passano 32 l/min. e le perdite di carico nei tubo 1 e 2 = 8 bar.

$$\mathbf{p3 = 53 + 3 + 4 + 4 = 64 \text{ bar}}$$

## Esercizio n.29

Dati tecnici:

- ✓ Massa 2 t
- ✓ Pressione 120 kgp /cm<sup>2</sup>
- ✓ Forza di attrito 5% forza netta

Calcoliamo la forza di spinta necessaria in Newton:

$$m = 2 \text{ t} \cdot 1000 = \mathbf{2000 \text{ kg}}$$

$$F_{\text{teo}} = m \cdot a = 2000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \mathbf{19620 \text{ N}} \left( \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2} \right)$$

Calcoliamo la pressione in Pascal. ( $1 \frac{\text{kgp}}{\text{cm}^2} = 98100 \text{ Pa}$ )

$$p = 120 \cdot 98100 = \mathbf{11772000 \text{ Pa}} \left( \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right)$$

Troviamo la forza di attrito  $F_{\text{attrito}} = 19620 \text{ N} \cdot 5\% = \mathbf{981 \text{ N}}$

La forza totale richiesta è:  $F_{\text{tot}} = F_{\text{teo}} + F_{\text{attr}} = 19620 + 981 = \mathbf{20601 \text{ N}}$

Adesso abbiamo i dati per trovare il diametro del cilindro.

$$A = \frac{F_{\text{tot}} \text{ (N)}}{p \left( \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right)} = \frac{20601}{11772000} = \mathbf{0,00175 \text{ m}^2}$$

$$D = \sqrt{\frac{A \cdot 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,00175 \cdot 4}{3,14}} = 0,0472 \text{ m} \cdot 1000 = \mathbf{47,2 \text{ mm}}$$

Dalla tabella scegliamo il cilindro Ø 50 / 28.

## Esercizio n.30

### Soluzione con unità di misura S.I

- ✓ Calcolo della portata:

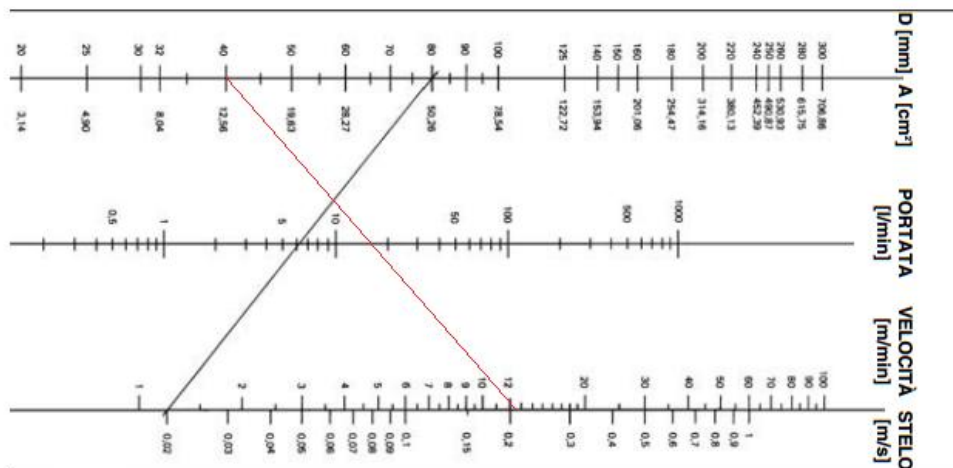
$$Q = \frac{c \cdot \text{rpm} \cdot \eta_v}{1000} = \frac{11 \cdot 1500 \cdot 0,95}{1000} = 15,67 \text{ l/min} : 1000 : 60 = \mathbf{0,000261 \frac{m^3}{s}}$$

- ✓ Velocità uscita:

$$v_u \left( \frac{m}{s} \right) = \frac{Q}{A} \text{ dove } A = \frac{4^2 \cdot 3,14}{4} = 12,56 \text{ cm}^2 : 10000 = \mathbf{0,001256 m^2}$$

$$v_u = \frac{2,61 \cdot 10^{-4}}{1,256 \cdot 10^{-3}} = 2,078 \cdot 10^{-1} = \mathbf{0,207 m/s}$$

Dal sito: **www. atos.com** utilizzo la tabella P003-4/I per la verifica della velocità (linea rossa)



- ✓ Velocità di rientro

$$v_r \left( \frac{m}{s} \right) = \frac{Q}{A_2} \text{ dove } A_2 = \frac{(D^2 - d^2) \cdot 3,14}{4} = \frac{(4^2 - 2,5^2) \cdot 3,14}{4} = 7,65 \text{ cm}^2 = \mathbf{0,000765 m^2}$$

$$v_r = \frac{2,61 \cdot 10^{-4}}{7,65 \cdot 10^{-4}} \text{ oppure } \frac{0,000261 \left( \frac{m^3}{s} \right)}{0,000765 (m^2)} = \mathbf{0,341 m/s}$$

La differenza di sezioni determina le due differenti velocità, quindi la velocità di rientro è maggiore rispetto a quella di uscita.

- ✓ Tempo di uscita

$$t_u (s) = \frac{\text{corsa (m)}}{v_u \left( \frac{m}{s} \right)} = \frac{0,5}{0,207} = \mathbf{2,41 s}$$

- ✓ Tempo di rientro

$$t_r (s) = \frac{0,5}{0,341} = 1,47 \text{ s}$$

### **Soluzione con unità di misura tecniche.**

*L'impiego delle unità tecniche facilita il calcolo dei parametri.*

✓  $Q = 15,67 \text{ l/min}$

✓ Velocità di uscita

$$v_u = \frac{Q}{6 \cdot A} = \frac{15,67}{6 \cdot 12,56} = 0,207 \text{ m/s}$$

✓ Velocità di rientro

$$v_r = \frac{Q}{6 \cdot A_2} = \frac{15,67}{6 \cdot 7,65} = 0,341 \text{ m/s}$$

✓ Tempo di uscita

$$t_u = \frac{\text{corsa (m)}}{v_u \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)} = \frac{0,5}{0,207} = 2,41 \text{ s}$$

✓ Tempo di rientro

$$t_r = \frac{\text{corsa (m)}}{v_r \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)} = \frac{0,5}{0,341} = 1,47$$

### **Esercizio n.31**

*Breve nota: suggerisco di verificare la scelta degli elementi che compongono qualsiasi impianto con il supporto dei tecnici del fornitore del componente, perché loro conoscono a fondo le caratteristiche tecniche di ogni singolo elemento e possono consigliare la soluzione più vantaggiosa anche sotto l'aspetto economico.*

### **Soluzione:**

Per la realizzazione del circuito oleodinamico si possono utilizzare:

- elettrovalvole singole
- elettrovalvole modulari

Nel nostro esempio useremo le elettrovalvole singole con piastre filettate allo scopo di fare pratica nella scelta di adattatori, raccordi e nippieria varia.

Per prima cosa disegniamo uno schema di massima dell'impianto, secondo le norme ISO 1219-1, inserendo i dati tecnici conosciuti.

Dati tecnici di progetto:

**Taratura valvola limitatrice di pressione = 200 bar (max.)**

**Cilindro doppio effetto :**

Massa **m** = m<sub>1</sub> 5000 kg + m<sub>2</sub> 1000 kg = 6000 kg

Corsa **c** = 600 mm

Velocità media **vm** = 0,2 m/s

Accelerazione **g** = 10 m / s<sup>2</sup>

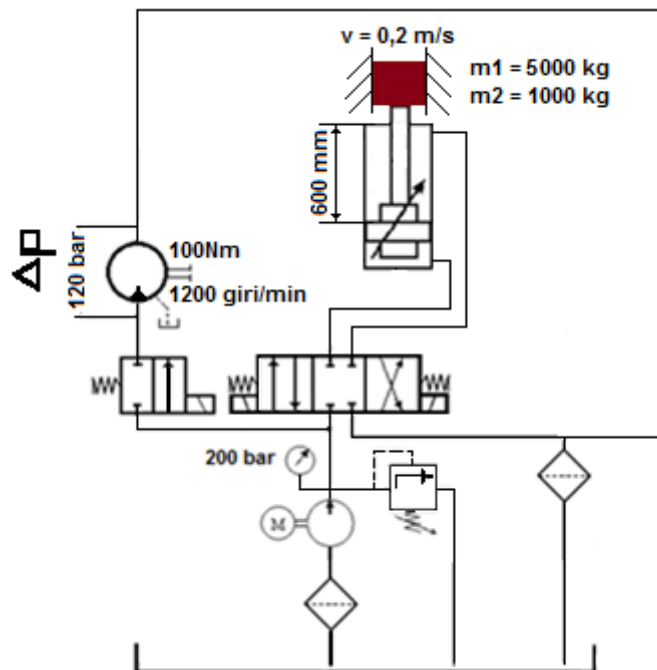
Tempo di acceler. = 1/5 del tempo totale

**Motore idraulico :**

Coppia = 100 Nm

Giri/min = 1200

$\Delta p$  = 120 bar



La potenza teorica dell'impianto idraulico, la possiamo calcolare con le formule:

✓ cilindro idraulico  $P = F \text{ (N)} \cdot v \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) = \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = \text{watt}$

✓ motore idraulico  $P = M \text{ (Nm)} \cdot \omega \left( \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right) = \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = \text{watt}$

Per calcolare la potenza idraulica assorbita dal cilindro, bisogna conoscere tutte le forze che agiscono.

Consideriamo solo la potenza del cilindro in spinta dove il carico è maggiore.

Forza in spinta del cilindro  $F = m \cdot g = 6000 \cdot 10 = \mathbf{60000 \text{ N}}$

(Questa forza equilibra l'inerzia del corpo, che per effetto della sua massa, tende a mantenere il proprio stato di quiete. Applicando questa forza, la massa non si sposta e il cilindro non si muove anche per gli attriti delle guarnizioni e la contropressione)

La potenza richiesta dal cilindro idraulico :

$$P = F \cdot v = 60000 \text{ (N)} \cdot 0,2 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) = 12000 \left(\frac{\text{Nm}}{\text{s}}\right) = W: 1000 = \mathbf{12 \text{ kW}}$$

Il motore idraulico assorbe una potenza:

$$P = M \text{ (Nm)} \cdot \omega \text{ (rad/s)} = M \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = 100 \cdot \frac{6,28 \cdot 1200}{60} = 12560 \text{ W} = \mathbf{12,6 \text{ kW}}$$

Oppure:

$$P = \frac{M \cdot n}{9554} = \frac{100 \cdot 1200}{9554} = \mathbf{12,6 \text{ kW}}$$

***Abbiamo trovato che il valore della potenza teorica assorbita dal motore idraulico è maggiore di quella del cilindro.***

### **A) Caratteristiche generali per dimensionare il cilindro d.e.**

La forza necessaria per garantire l'accelerazione  $a_{cil}$  del cilindro:

$$a_{cil} = \frac{v}{t} \left(\frac{\text{m}}{\text{s} \cdot \text{s}}\right) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{acil} = m \cdot a_{cil}$$

La durata dell'accelerazione  $t_{acc}$  rappresenta **1/5** del tempo  $t_{tot}$

$$t_{acc} = \frac{t_{tot}}{5}$$

$$\text{La corsa } C = v \cdot t_{tot}; \quad t_{tot} = \frac{c}{v} = \frac{0,6 \text{ m}}{0,2 \text{ m/s}} = \mathbf{3 \text{ s}}$$

$$t_{acc} = \frac{t_{tot}}{5} = \frac{3}{5} = \mathbf{0,6 \text{ s}}$$

Quindi:

$$a_{cil} = \frac{v}{t_{acc}} = \frac{0,2 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)}{0,6 \text{ (s)}} = \mathbf{0,33 \text{ m/s}^2}$$

Introducendo i valori noti:

$$F_{acil} = m \cdot a_{cil} = 6000 \text{ kg} \cdot 0,33 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \mathbf{1980 \text{ N}}$$

La forza totale reale per spostare e accelerare il carico:

$$F_{reale} = 60000 + 1980 = 61980 \text{ N} \cong \mathbf{6200 \text{ daN}}$$

Trovata la forza totale reale, possiamo calcolare la potenza assorbita dal cilindro.

$$P = F_{\text{reale}} \text{ (N)} \cdot v \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) = 61980 \cdot 0,2 = 12396 \text{ W} = \mathbf{12,4 \text{ kW}}$$

## B) Calcolo dello stelo del cilindro d.e

Verifica del carico di punta.

Dal diagramma TAB B015-12/I (Atos spa) per un cilindro con attacco stelo incernierato e guidato rigidamente, la lunghezza ideale

$$L_{\text{ide}} = F_c \cdot \text{corsa} = 0,7 \cdot 600 = \mathbf{420 \text{ mm}}$$

### 5 VERIFICA DEL CARICO DI PUNTA

#### 5.1 Calcolo della lunghezza ideale

| Attacco                | Connessione estremità stelo           | Tipo di montaggio | Fc  |
|------------------------|---------------------------------------|-------------------|-----|
| A, E, K, N, T, W, Y, Z | Fissa e guidata rigidamente           |                   | 0.5 |
| A, E, K, N, T, W, Y, Z | Incernierata e guidata rigidamente    |                   | 0.7 |
| B, P, V                | Fissa e guidata rigidamente           |                   | 1.0 |
| G                      | Incernierata e guidata rigidamente    |                   | 1.0 |
| B, P, V, L             | Incernierata e guidata rigidamente    |                   | 1.5 |
| A, E, K, N, T, W, Y, Z | Supportata ma non guidata rigidamente |                   | 2.0 |
| C, D, H, S             | Incernierata e guidata rigidamente    |                   | 2.0 |
| B, P, V                | Supportata ma non guidata rigidamente |                   | 4.0 |
| C, D, H, S             | Supportata ma non guidata rigidamente |                   | 4.0 |

Per cilindri che lavorano con carichi in spinta, prima di scegliere lo stelo, deve essere effettuata la verifica del carico di punta. Questa verifica viene effettuata considerando lo stelo, completamente esteso, come una barra con lo stesso diametro dello stelo (criterio di sicurezza).

Seguire le seguenti indicazioni:

1. determinare il fattore di corsa "Fc" a seconda dell'attacco e della connessione estremità stelo, vedere la tabella a lato

2. calcolare la lunghezza ideale con l'equazione:  
lunghezza ideale = Fc x corsa

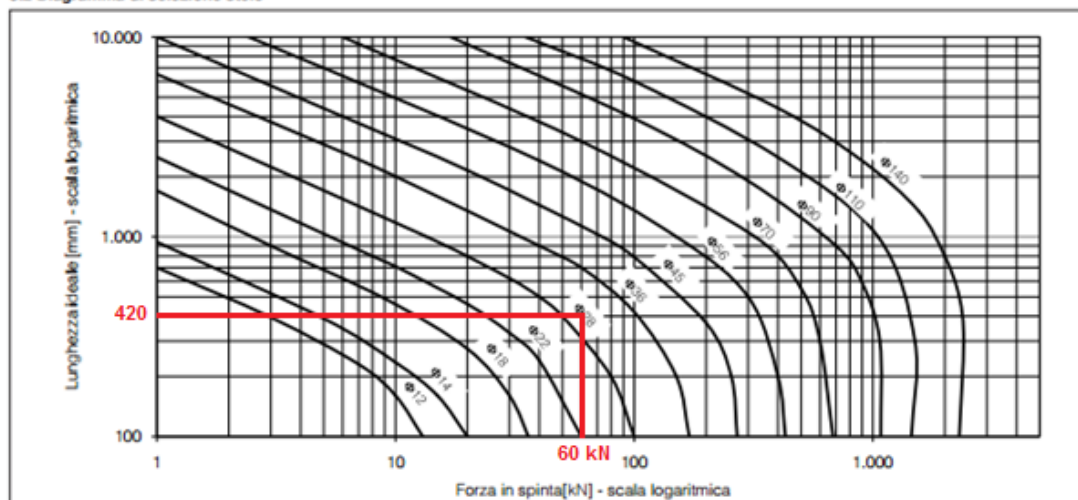
Se è stato selezionato un distanziale, la lunghezza del distanziale deve essere aggiunta alla corsa

3. calcolare il carico in spinta come indicato in sezione [3] o utilizzando le formule indicate in sezione [2]

4. estrapolare il punto di intersezione fra la forza in spinta e la lunghezza ideale utilizzando il diagramma di selezione stelo 5.2

5. il diametro stelo corretto viene letto sulla linea curva superiore al punto di intersezione: se il diametro dello stelo scelto risulta inferiore, deve essere selezionato un altro stelo

#### 5.2 Diagramma di selezione stelo



Il punto di intersezione superiore indica che lo stelo deve avere un  $\varnothing = 36 \text{ mm}$ .

I cilindri con stelo  $\varnothing = 36 \text{ mm}$  sono :  $\varnothing 50$ ;  $\varnothing 63$ ;  $\varnothing 80$ .

|                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|
| Alesaggio [mm] | 25 |    | 32 |    | 40 |    |    | 50 |    | 63 |    | 80 |    |    | 100 |    |    |    |    |
| Stelo [mm]     | 12 | 18 | 14 | 22 | 18 | 22 | 28 | 22 | 28 | 36 | 28 | 36 | 45 | 36 | 45  | 56 | 45 | 56 | 70 |

### Calcolo alesaggio cilindro.

La pressione di progetto dell'impianto idraulico è di 200 bar, quindi:

$$A = \frac{F_{\text{reale}}}{p} = \frac{6200 \text{ daN}}{200 \text{ bar}} = 31 \text{ cm}^2$$

Scelgo il Ø 63 che ha una sezione di spinta  $A = 31,2 \text{ cm}^2$ .

La pressione di lavoro risulta  $p_a = \frac{6200 \text{ daN}}{31,2 \text{ cm}^2} = 198 \text{ bar}$

Per sicurezza considero una perdita di carico generale del 10%, la pressione di lavoro della pompa diventa:  $p_a + (p_a \cdot 10\%) = 198 + 20 = 218 \text{ bar}$

Poiché la pressione di lavoro supera quella di progetto 200 bar, devo selezionare il cilindro di diametro superiore che diventa : Ø 80/36.

La sezione in spinta del cilindro Ø 80 =  $50,3 \text{ cm}^2$ .

La pressione di lavoro diventa  $p_a = \frac{6200 \text{ daN}}{50,3 \text{ cm}^2} = 123 \text{ bar}$

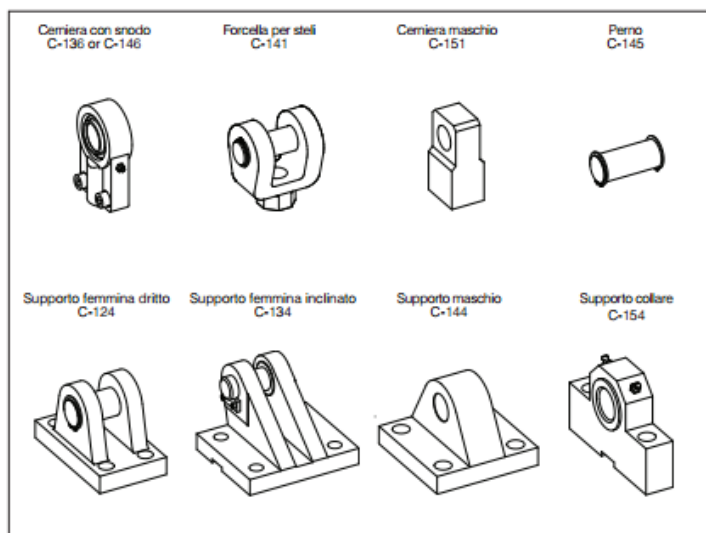
In realtà la pressione sarà leggermente superiore perché non ho considerato la contropressione sullo scarico del cilindro, della valvola e gli attriti delle guarnizioni.

Per definire la sigla completa del cilindro faccio riferimento al catalogo Atos spa tabella B137-19/I e il codice del cilindro doppio effetto sarà: CK 80/36/600 N 6 0 1- A- ecc.

Per la scelta degli accessori utilizzo la tabella B500-16/I.

## Accessori di fissaggio per cilindri idraulici

secondo ISO 6982, ISO 8132 e ISO 8133



La tabella a lato mostra la gamma standard Atos di attacchi stelo e supporti, disponibili per ciascun alesaggio. Per le combinazioni possibili vedere la sezione 2. A richiesta sono disponibili accessori di fissaggio in acciaio inox.

| 1 CODICE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | - 141 12                      |
| Attacco standard                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Alesaggio/diametro stelo [mm] |
| <p>Attacchi stelo:</p> <p>136 = Cerniera con snodo</p> <p>146 = Cerniera con snodo</p> <p>141 = Forcella per steli</p> <p>151 = Cerniera maschio</p> <p>145 = Perno</p> <p>Supporti:</p> <p>124 = Supporto femmina dritto</p> <p>134 = Supporto femmina inclinato</p> <p>144 = Supporto maschio</p> <p>154 = Supporto collare</p> |                               |

Ora che abbiamo definito il cilindro,verifico i limiti dinamici come al punto 7 della tabella Atos B015-12/I.

### 7 LIMITI DINAMICI NELLA APPLICAZIONE DI CILINDRI IDRAULICI

Il calcolo della pulsazione propria  $\omega_0$  del sistema massa-cilindro permette di definire il tempo minimo di accelerazione/decelerazione, la massima velocità e il minimo spazio di accelerazione/decelerazione per non compromettere la stabilità del sistema.

1. Calcolare la pulsazione propria del sistema  $\omega_0$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{40 \cdot E \cdot A_1}{c \cdot M}} \cdot \frac{1 + \sqrt{\alpha}}{2} \quad \left[ \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right]$$

2. Calcolare il tempo minimo di accelerazione

$$t_{\min} = \frac{35}{\omega_0} \quad [\text{s}]$$

3. Calcolare la velocità massima

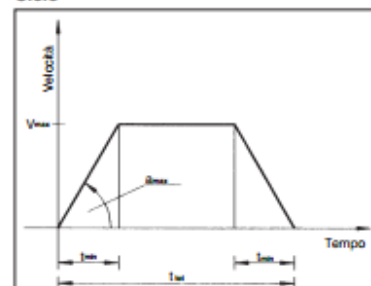
$$V_{\max} = \frac{S_{\text{tot}}}{t_{\text{tot}} - t_{\min}} \quad [\text{mm/s}] \quad \text{La formula è valida se si considera una accelerazione costante durante } t_{\min}$$

4. Determinare lo spazio minimo di accelerazione/decelerazione

$$S_{\min} = \frac{V_{\max} \cdot t_{\min}}{2} \quad [\text{mm}]$$

I valori  $\omega_0$ ,  $t_{\min}$ ,  $V_{\max}$  e  $S_{\min}$  sono calcolati in modo conservativo.

#### Ciclo



Dove:

E = modulo di elasticità  
per olio minerale  $E = 1,4 \cdot 10^7$  [kg/cm·s²]  
c = corsa [mm]  
M = massa [kg]  
A<sub>1</sub> = sezione pistone [cm²]  
 $\alpha = A_1/A_2$  rapporto sezioni in tiro/spinta  
S<sub>tot</sub> = spazio totale [mm]  
t<sub>tot</sub> = tempo a disposizione [s]

E = modulo di elasticità olio minerale = 1,4 GPa = 1400000000 :100000 = 14000 bar

Calcolo della pulsazione propria del sistema  $\omega_0$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{40 \cdot (1,4 \cdot 10^7) \cdot 50,3}{600 \cdot 5000}} \cdot \frac{1 + \sqrt{\frac{40,1}{50,3}}}{2} \text{ rad/s}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{40 \cdot 14000000 \cdot 50,3}{3000000}} \cdot \frac{1 + 0,89}{2} = \mathbf{91,6 \text{ rad/s}}$$

1) Tempo minimo di accelerazione.

$$t_{\min} = \frac{35}{\omega_0} = \frac{35}{91,6} = \mathbf{0,38 \text{ s}} \quad (t_{acc} = 0,6 \text{ s} \text{ come da calcolo precedente} > \text{di } 0,38 \text{ s})$$

2) Velocità massima.

$$v_{\max} = \frac{s_{\text{tot}}}{t_{\text{tot}} - t_{\min}} = \frac{600 \text{ (mm)}}{3 - 0,38 \text{ (s)}} = \mathbf{230 \frac{mm}{s}} \quad (\text{da progetto } 200 \frac{mm}{s})$$

3) Spazio di accelerazione/decelerazione.

$$s_{\min} = \frac{v_{\max} \cdot t_{\min}}{2} = \frac{230 \cdot 0,38}{2} = \mathbf{43,7 \text{ mm}}$$

Verifica della frenatura idraulica.

Nel nostro caso scegliamo una frenatura lenta, con regolazione, per

$$v \leq 0,5 \cdot v_{\max} = 0,5 \cdot 0,8 \text{ (tabella Atos 8.2 per cil. diam. 80)} = \mathbf{0,4 \text{ m/s}}$$

(nel nostro progetto  $v = \mathbf{0,2 \text{ m/s}}$ , quindi  $< \text{di } 0,4 \text{ m/s}$ )

L'energia **E** che deve essere dissipata.

$$\mathbf{E = E_c + E_p \text{ (Joule)}}$$

Dove:  $E_c$  energia cinetica dovuta alla velocità di spostamento della massa

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m(\text{kg}) \cdot v^2 \left( \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right) = \left( \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2} \right) \cdot m = \mathbf{N m = Joule}$$

**Ep** = Energia potenziale. Per applicazioni orizzontali **Ep** = 0

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot 5000 \cdot 0,2^2 = \mathbf{100 \text{ J}}$$

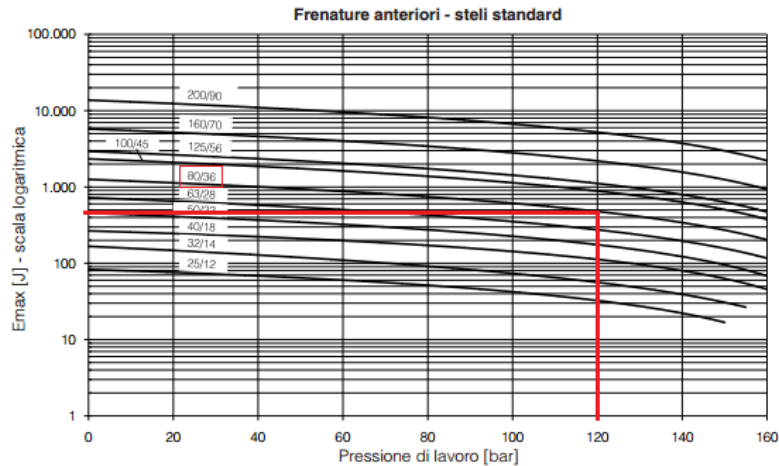
Quindi **E = 100 J**.

Il grafico della tabella che devo scegliere è quello relativo alle frenature anteriori - steli standard.

Intersecando la pressione di lavoro di 120 bar con la curva relativa al Ø 80/36, trovo che il valore di **E max = 500 Joule**.

Confrontando il valore di **E max. 500 J** con l'energia che **E** che deve essere dissipata, verifico che :

$$\mathbf{E \text{ 100 J} \leq E_{\max} \text{ 500 J}}$$



### Calcolo della forza di frenatura e della pressione di ammortizzazione.

L'ammortizzazione a fine corsa deve garantire un rallentamento controllato della velocità di spostamento in entrambi le direzioni.

In ogni caso le pressioni di frenatura non devono superare quelle ammesse dal costruttore.

Poiché l'olio è strozzato da uno spillo, l'energia di frenata è trasformata in calore.

La forza di frenatura di un cilindro idraulico con montaggio orizzontale è calcolata con la seguente formula:

cilindro in SPINTA:  $F_s = m \cdot a + A \cdot p$

dove:

$F_s$  = forza di frenatura in N

$m$  = massa spostata in kg

$a$  = decelerazione in  $m/s^2$

$A$  = area di spinta del pistone in  $cm^2$

$p$  = pressione in  $N/cm^2$  (120 bar  $\times 10 = 1200 N/cm^2$ )

La decelerazione  $a = \frac{v^2 \left(\frac{m}{s}\right)}{2 \cdot s(m)}$ ,

dove:

$v = 0,2 m/s$  (velocità di spostamento del cilindro)

$s_{min} = 0,0437 m$  (corsa di ammortizzazione 43,7 mm)

Inserendo i dati trovo:  $a = \frac{v^2 \left(\frac{m}{s}\right)}{2 \cdot s_{min}(m)} = \frac{0,2^2}{2 \cdot 0,0437} = 0,46 m/s^2$

Quindi:

$$F_s = m(kg) \cdot a \left(\frac{m}{s^2}\right) + A(cm^2) \cdot p \left(\frac{N}{cm^2}\right) = 6000 \cdot 0,46 + 50,3 \cdot 1200 = 2760 + 60360 = 63120 N$$

### Calcolo della pressione media di ammortizzazione.

$p_m = \frac{F_s}{A_f}$  dove  $A_f$  (area di frenatura) =  $36 cm^2$  (dato fornito dal costruttore)

$$p_m = \frac{F_s}{A_f} = \frac{631200}{36} = 1750 \frac{N}{cm^2} = 175 \frac{daN}{cm^2} = 175 bar$$

Per il calcolo della frenatura in rientro, il procedimento è il medesimo.

Bisognerà tenere conto che l'area e la pressione in rientro sono differenti.

Se il valore di pressione di frenatura dovesse essere troppo elevato, occorrerà aumentare la lunghezza di ammortizzazione.

*NB: il calcolo delle forze di frenatura è puramente teorico e a scopo formativo per imparare l'uso delle formule.*

*Richiedere sempre i dati tecnici al costruttore di cilindri.*

### **Verifica forza del cilindro in tiro.**

Dati tecnici noti:

Massa  $m = 1000 \text{ kg}$

Corsa  $c = 600 \text{ mm}$

Velocità media  $v_m = 0,2 \text{ m/s}$

Accelerazione  $g = 10 \text{ m/s}^2$

Accelerazione cilindro  $= 0,33 \text{ m/s}^2$

Area in tiro cilindro 80/36  $A = 40,1 \text{ cm}^2$

Forza in tiro del cilindro  $F_t = m \cdot g = 1000 \cdot 10 = 10000 \text{ N} = \mathbf{1000 \text{ daN}}$

Forza accelerazione in tiro:

$$F_{ac} = m \cdot a_{cil} = 1000 \text{ kg} \cdot 0,33 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 330 \text{ N} \cong \mathbf{33 \text{ daN}}$$

Forza reale per tirare e accelerare il carico:

$$F_{\text{reale tiro}} = F + F_{ac} = 10000 + 330 = \mathbf{10330 \text{ N}}$$

$$p_{\text{tiro}} = \frac{F_{\text{reale tiro}}}{\text{Area tiro}} = \frac{1033 \text{ daN}}{40,1 \text{ cm}^2} = \mathbf{26 \text{ bar}}$$

FRENATURA POSTERIORE si procede come sopra utilizzando il relativo diagramma.

*Sito consigliato se si vuole approfondire l'argomento trattato.*

Training Applicativo: dimensionamento e simulazione di un sistema oleodinamico per un'applicazione di centratori-sollevatori. Ing. Lorenzo Bosio, Ing. Andrea Palopoli

[http://www.diem.ing.unibo.it/personale/naldi/O&P\\_07.50\\_2009.03.05\\_Esercitazione\\_ol eodinamica\\_industriale.pdf](http://www.diem.ing.unibo.it/personale/naldi/O&P_07.50_2009.03.05_Esercitazione_ol eodinamica_industriale.pdf)

### **C) Calcolo del motore idraulico**

Dati di progetto:

Momento torcente  $M = 100 \text{ Nm}$

Giri motore idraulico  $\text{rpm} = 1200$

Pressione di lavoro  $\Delta p = 120 \text{ bar}$

Rendimento mecc.  $\eta_m = 0,86$  (fornito dal costruttore)

Dalla formula :

$$M = \frac{c \cdot \Delta p \cdot \eta_m}{20 \cdot \pi} \quad (\text{Nm})$$

Ricavo:

$$c = \frac{20 \cdot \pi \cdot M}{\Delta p \cdot \eta_m} = \frac{20 \cdot 3,14 \cdot 100}{120 \cdot 0,86} = 60,8 \frac{\text{cm}^3}{\text{giro}}$$

Oppure uso la formula semplificata:

$$M (\text{Nm}) = 0,0159 \cdot c \cdot \Delta p \cdot \eta_m ; \quad c = \frac{M}{0,0159 \cdot \Delta p \cdot \eta_m} = 60,8 \frac{\text{cm}^3}{\text{giro}}$$

Dal catalogo Marzocchi scelgo il motore GHM3-R-94-E1-con una cilindrata di **61 cm<sup>3</sup> / giro**,pressione massima di lavoro 200 bar.

| TIPO<br>TYPE  | CILINDRATA<br>DISPLACEMENT                   | PORTATA a 1500 giri/min<br>FLOW at 1500 rev/min | PRESSIONI MASSIME<br>MAX PRESSURE |                       |                       | VELOCITÀ MASSIMA<br>MAX SPEED | DIMENSIONI<br>DIMENSIONS |         |         |         |
|---------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|---------|---------|---------|
|               | cm <sup>3</sup> /giro [cm <sup>3</sup> /rev] | litri/min [litres/min]                          | P <sub>I</sub><br>bar             | P <sub>C</sub><br>bar | P <sub>P</sub><br>bar | giri/min [rpm]                | L<br>mm                  | M<br>mm | d<br>mm | H<br>mm |
| GHM3-R-33-E1  | 22                                           | 31                                              | 280                               | 270                   | 295                   | 3500                          | 64,5                     | 128     | 27      | 56      |
| GHM3-R-40-E1  | 26                                           | 37                                              | 280                               | 270                   | 295                   | 3000                          | 66                       | 131     | 27      | 56      |
| GHM3-R-50-E1  | 33                                           | 48                                              | 270                               | 260                   | 285                   | 3000                          | 68,5                     | 136     | 27      | 56      |
| GHM3-R-60-E1  | 39                                           | 56                                              | 260                               | 250                   | 275                   | 3000                          | 70,5                     | 140     | 27      | 56      |
| GHM3-R-66-E1  | 44                                           | 62                                              | 250                               | 240                   | 265                   | 2800                          | 72                       | 143     | 27      | 51      |
| GHM3-R-80-E1  | 52                                           | 74                                              | 230                               | 220                   | 245                   | 2400                          | 75                       | 149     | 27      | 56      |
| GHM3-R-94-E1  | 61                                           | 87                                              | 210                               | 200                   | 225                   | 2800                          | 78                       | 155     | 33      | 62      |
| GHM3-R-110-E1 | 71                                           | 101                                             | 200                               | 190                   | 215                   | 2500                          | 81,5                     | 162     | 33      | 62      |
| GHM3-R-120-E1 | 78                                           | 112                                             | 180                               | 170                   | 195                   | 2300                          | 84                       | 167     | 33      | 62      |
| GHM3-R-135-E1 | 87                                           | 124                                             | 160                               | 150                   | 175                   | 2000                          | 87                       | 173     | 33      | 62      |

39

Utilizzando il motore GHM3,vediamo a quale pressione di esercizio lavora.

Dalla formula  $M = \frac{c \cdot \Delta p \cdot \eta_m}{20 \cdot \pi}$  (N m),ricavo :

$$\Delta p = \frac{M \cdot 20\pi}{c \cdot \eta_m} = \frac{100 \cdot 62,8}{61 \cdot 0,86} = 120 \text{ bar}$$

**La portata assorbita dal motore idraulico serve per dimensionare la grandezza della pompa.**

$$Q = \frac{c \cdot \text{rpm}}{1000 \cdot \eta_v} = \frac{61 \cdot 1200}{1000 \cdot 0,9} = 81,33 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

**Calcolo della portata necessaria per muovere il cilindro idraulico.**

Cilindro Ø 80/36/600

La sezione di spinta **A = 50,3 cm<sup>2</sup>**

La sezione in tiro **A<sub>1</sub> = 40,1 cm<sup>2</sup>**

La velocità **vm = 0,2 m/s**

La portata in spinta **Q<sub>s</sub> = 6 · A · v = 6 · 50,3 · 0,2 = 60,4 l/min**

La portata in rientro **Q<sub>r</sub> = 6 · A<sub>1</sub> · v = 6 · 40,1 · 0,2 = 48 l/min**

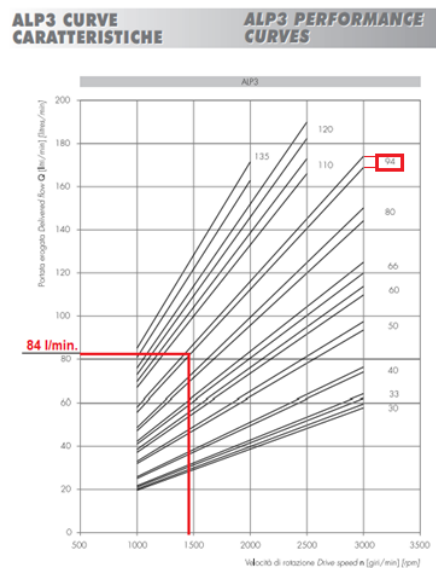
La portata più alta è quella assorbita dal motore idraulico 81,33 l/min, quindi questo valore serve per dimensionare la cilindrata della pompa idraulica.

Supponiamo di utilizzare un motore elettrico che ruota a 1450 rpm.

$$C_{pompa} = \frac{81,33 \cdot 1000}{1450 \cdot \eta_v} = \frac{81330}{1450 \cdot 0,95} = 59 \text{ cm}^3$$

38

| TIPO<br>TYPE | CILINDRATA<br>DISPLACEMENT     | PORTATA a 1500 giri/min<br>FLOW at 1500 rev/min | PRESSIONI MASSIME<br>MAX PRESSURE |                |                | VELOCITÀ MASSIMA<br>MAX SPEED | DIMENSIONI<br>DIMENSIONS |       |    |    |    |    |
|--------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|-------------------------------|--------------------------|-------|----|----|----|----|
|              |                                |                                                 | P <sub>1</sub>                    | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub> |                               | L                        | M     | d  | D  | h  | H  |
|              | cm <sup>3</sup> /giro [cc/rev] | litri/min [l/min]                               | bar                               | bar            | bar            | giri/min [rpm]                | mm                       | mm    | mm | mm | mm | mm |
| ALP3-D-30    | 20                             | 29                                              | 230                               | 250            | 270            | 3500                          | 64                       | 129,5 | 27 | 19 | 56 | 56 |
| ALP3-D-33    | 22                             | 31                                              | 230                               | 250            | 270            | 3500                          | 64,5                     | 130,5 | 27 | 19 | 56 | 56 |
| ALP3-D-40    | 26                             | 37                                              | 230                               | 250            | 270            | 3000                          | 66                       | 133,5 | 27 | 19 | 56 | 56 |
| ALP3-D-50    | 33                             | 48                                              | 230                               | 250            | 270            | 3000                          | 68,5                     | 138,5 | 27 | 19 | 56 | 56 |
| ALP3-D-60    | 39                             | 56                                              | 220                               | 240            | 260            | 3000                          | 70,5                     | 142,5 | 27 | 19 | 56 | 56 |
| ALP3-D-66    | 44                             | 62                                              | 210                               | 230            | 250            | 2800                          | 72                       | 145,5 | 27 | 27 | 51 | 51 |
| ALP3-D-80    | 52                             | 74                                              | 200                               | 215            | 230            | 2400                          | 75                       | 151,5 | 27 | 27 | 56 | 56 |
| ALP3-D-94    | 61                             | 87                                              | 190                               | 205            | 220            | 2800                          | 78                       | 157,5 | 33 | 27 | 62 | 51 |
| ALP3-D-110   | 71                             | 101                                             | 170                               | 185            | 200            | 2500                          | 81,5                     | 164,5 | 33 | 27 | 62 | 51 |
| ALP3-D-120   | 78                             | 112                                             | 160                               | 175            | 190            | 2300                          | 84                       | 169,5 | 33 | 27 | 62 | 51 |
| ALP3-D-135   | 87                             | 124                                             | 140                               | 155            | 170            | 2000                          | 87                       | 175,5 | 33 | 27 | 62 | 51 |



Con una cilindrata di 61 cm<sup>3</sup>/giro la pompa ALP3-D-94 garantisce una portata:

$$Q = \frac{61 \cdot 1450 \cdot 0,95}{1000} = 84 \text{ l/min}$$

Portata pompa = 84 l/min

Portata assorbita dal motore per compiere 1200 giri/min = 81,33 l/min

Portata da ridurre 84 – 81,33 = 2,67 l/min

Bisognerà prevedere una valvola di strozzamento regolabile per ottenere i 1200 giri/min del motore idraulico.



Si può considerare di non utilizzare la valvola di strozzamento, se si accetta un numero di giri leggermente più alto 1239 anziché 1200 come da progetto.

$$\text{rpm} = \frac{Q \cdot 1000}{c} \cdot \eta_v = \frac{84 \cdot 1000}{61} \cdot 0,9 = \mathbf{1239 \text{ giri/min}}$$

Con tutti i dati a disposizione, possiamo calcolare la potenza idraulica erogata dalla pompa.

Il costruttore di pompe riporta a catalogo:

$$\eta_v = 0,95 \text{ e } \eta_m = 0,85 \text{ quindi } \eta_g = 0,95 \cdot 0,85 = \mathbf{0,8}$$

Potenza idraulica erogata dalla pompa

$$N = \frac{p \cdot Q}{600} = \frac{120 \cdot 84}{600} = \mathbf{16,8 \text{ kW}}$$

Potenza del motore primo

Nel nostro esempio l'albero del motore elettrico è collegato tramite un giunto all'albero della pompa, quindi il regime del motore corrisponde a quello della pompa e la potenza erogata dal motore primo coincide con la potenza meccanica immessa nella pompa. In questo caso la potenza del motore primo si calcola con la formula:

$$P = \frac{N}{\eta_g} \text{ (kW)}$$

Tenendo presente che la pressione di taratura della valvola di sovrappressione di norma deve essere superiore del 10 ÷ 20 % rispetto alla pressione di lavoro, per il corretto calcolo della potenza del motore elettrico .

$$N = \frac{p \cdot Q}{600} = \frac{(120 + 15\%) \cdot 84}{600} = \frac{138 \cdot 84}{600} = \mathbf{19,3 \text{ kW}}$$

Ovviamente la potenza del motore elettrico deve essere sempre maggiore della potenza idraulica.

$$P = \frac{N}{\eta_g} = \frac{19,3}{0,8} = \mathbf{24 \text{ kW}}$$

Oppure:

$$P = \frac{M \cdot \text{rpm}}{9554} ; \text{dove } M = \frac{c \cdot p}{62,8 \cdot \eta_m} = \frac{61 \cdot 138}{62,8 \cdot 0,85} = \mathbf{158 \text{ Nm}}$$

$$P = \frac{158 \cdot 1450}{9554} = \mathbf{24 \text{ kW}}$$

## Giunto di trascinamento

Occorre scegliere il giunto in grado di trasmettere il massimo momento torcente, prendendo come valore di riferimento la potenza disponibile del motore elettrico (potenza installata) .

Formula per la selezione del giunto:

$$M = \frac{9554 \cdot P \cdot f}{n} \text{ (Nm)}$$

**M** = coppia nominale del giunto

**P** = potenza applicata

**n** = numero di giri al minuto

**f** = fattore di servizio (tiene conto del tipo di lavoro da eseguire. Può variare da 1,5 a 3,5).  
I costruttori del giunto forniscono il valore da utilizzare in funzione del suo impiego.

Nel nostro caso  $M = \frac{9554 \cdot 24 \cdot 1,5}{1450} = 237 \text{ Nm}$

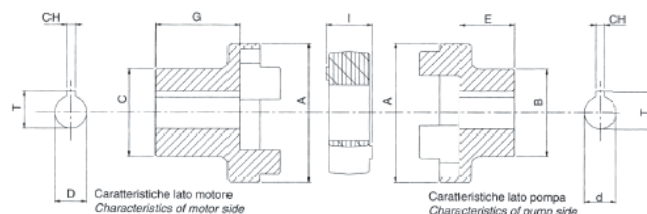
Dal catalogo del costruttore dobbiamo scegliere un giunto che sia in grado di trasmettere una coppia di 237 Nm.

Dal catalogo OMT trovo un giunto in alluminio tipo ND 108 con una coppia massima di 210 Nm, inferiore a quella calcolata. La stessa tabella mi garantisce una potenza max. del motore di 33 kW. Sarà opportuno interpellare il costruttore per verificare se la scelta è corretta, altrimenti bisognerà scegliere un giunto in ghisa NDG 108 con una coppia di 260 Nm.



### GIUNTI IN ALLUMINIO / ALUMINIUM COUPLINGS

tipo / series **ND**



#### DATI TECNICI / TECHNICAL DATA

| Tipo<br>Type | Coppia<br>massima (Nm)<br>Max.<br>torque (Nm) | Potenza max a n° giri/min<br>max. power at revs/min |      |      |      | Disallineamento max.<br>Max. misalignment |                             |                            |
|--------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------|------|------|-------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|              |                                               | 750                                                 | 1000 | 1500 | 3000 | Angolare<br>Angular                       | Radiale (mm)<br>Radial (mm) | Assiale (mm)<br>Axial (mm) |
| ND 48        | 6,86                                          | 0,54                                                | 0,72 | 1,1  | 2,1  | 2°                                        | 0,4                         | 1                          |
| ND 65        | 38,2                                          | 3                                                   | 4    | 6    | 12   | 2°                                        | 0,5                         | 1,6                        |
| ND 86        | 87,3                                          | 6,84                                                | 9,12 | 13,7 | 27,3 | 2°                                        | 0,5                         | 1,8                        |
| ND 108       | 210                                           | 16,5                                                | 22   | 33   | 65,8 | 2°                                        | 0,5                         | 2                          |
| ND 143       | 725                                           | 57                                                  | 76   | 144  | 228  | 2°                                        | 0,6                         | 2                          |

Coppie limite in [Nm] dei semigiunti e disallineamenti massimi.  
Entrambe le versioni dei giunti hanno la capacità di:

- Supportare disallineamenti angolari
- Supportare disallineamenti radiali
- Supportare disallineamenti assiali

Max. misalignment and torque in Nm supported by OMT halfcouplings.  
Both versions of couplings can partially compensate angular, radial and axial misalignments.

## Lanterna di accoppiamento.

La scelta della lanterna è vincolata al tipo di motore elettrico utilizzato.

Poiché le soluzioni che si possono impiegare sono diverse, interpellare il costruttore di lanterne per la corretta selezione del componente.



## Elettrovalvola per il comando del cilindro

Lo schema prevede l'utilizzo di una elettrovalvola 4/3 bistabile con posizione centrale a centro chiuso.

La portata necessaria per comandare il cilindro è di 60 l/min.

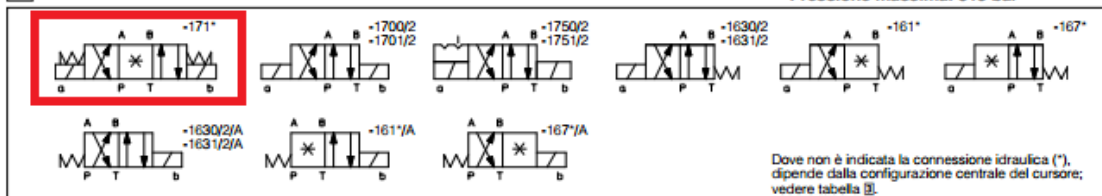
Dal catalogo Atos scegliamo una elettrovalvole serie DKE a comando diretto, con alimentazione bobine in AC. La sigla completa dell'elettrovalvola è definita dalle opzioni desiderate.

### 1 SIGLA DI DESIGNAZIONE

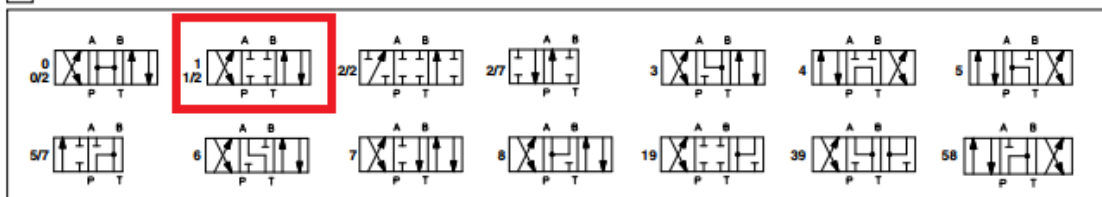
|                                                                                                                         |          |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |           |                                                                                                                                                                                                                                  |           |           |                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------------------------------------|-----------|
| <b>DKER</b>                                                                                                             | <b>-</b> | <b>1</b> | <b>63</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>1/2</b> | <b>/A</b> | <b>X</b>                                                                                                                                                                                                                         | <b>24</b> | <b>DC</b> | <b>**</b>                             | <b>/*</b> |
| Elettrovalvole ISO 4401 dimensione 10<br><b>DKE</b> = solenoidi standard<br><b>DKER</b> = solenoidi ad alte prestazioni |          |          | Configurazione valvola, vedere sezione 2<br><b>61</b> = monosolenoido, posizione centrale più esterna, centraggio a molla<br><b>63</b> = monosolenoido, 2 posizioni esterne, ritorno a molla<br><b>67</b> = monosolenoido, posizione centrale più esterna, ritorno a molla<br><b>70</b> = bisolenoido, 2 posizioni esterne, senza molla<br><b>71</b> = bisolenoido, 3 posizioni, centraggio a molla<br><b>75</b> = bisolenoido, 2 posizioni esterne, con detent<br>Altre configurazioni disponibili a richiesta. |            |           | Fluidi sintetici<br><b>WG</b> = acqua glicole<br><b>PE</b> = esteri fosforici                                                                                                                                                    |           |           | Numero di serie                       |           |
| Tipo di cursore, vedere sezione 3                                                                                       |          |          | Codice tensione, vedere sezione 5<br><b>00</b> = valvola senza bobina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |           | X = senza connettore<br>Vedere nota 2 alla sezione 5 per i connettori disponibili, da ordinare separatamente.<br>Per bobine con connettori speciali, vedere nota 3 sezione 5 (solo per DKER)<br>XJ = connettore AMP Junior Timer |           |           | Opzione, vedere nota 1 alla sezione 5 |           |

Nota: configurazione 63, 70 e 75 sono disponibili solo con cursori tipo 0/2, 1/2, 2/2, 2/7, 5/7 (2/7 e 5/7 solo per configurazione 63)

### 2 CONFIGURAZIONE



### 3 CURSORI - per i passaggi intermedi vedere tabella E001



- classe H per bobine LC
- classe F per bobine AC

Il corpo della valvola (1) è a 5 camere per tutte le versioni DC e per le versioni AC con opzione /F\*. Le altre versioni AC standard utilizzano il corpo a 3 camere.

I passaggi olio interni sono ampiamente dimensionati verso lo scarico al fine di assicurare perdite di carico ridotte.

#### Opzioni

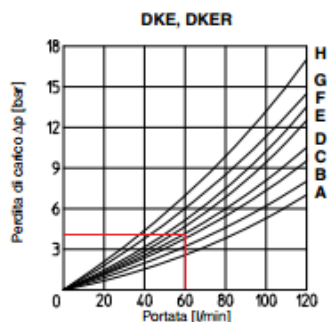
Sono disponibili per valvole DKE e DKER i seguenti dispositivi opzionali:

- spintore manuale prolungato con cappuccio protettivo in gomma, per facili azionamenti manuali
- dispositivo di controllo del tempo di commutazione
- sensore di posizione del cursore per applicazioni di sicurezza
- bocca di drenaggio esterno Y per alte pressioni sullo scarico (solo versione DC)

**Superficie di attacco ISO 4401 dimensione 10**  
**Portata massima fino a 120 l/min**  
**Pressione massima: 315 bar**

**7 DIAGRAMMI Q/ΔP** con olio minerale ISO VG 46 a 50°C

| Passaggio         | P→A | P→B | A→T | B→T | P→T | B→A |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Tipo cursore      |     |     |     |     |     |     |
| 0, 0/1, 0/2, 2/2  | A   | A   | B   | B   |     |     |
| 1, 1/1, 1/3, 6, 8 | A   | A   | D   | C   |     |     |
| 3, 3/1, 7         | A   | A   | C   | D   |     |     |
| 4                 | B   | B   | B   | B   | F   |     |
| 5                 | A   | B   | C   | C   | G   |     |
| 1/2               | B   | C   | C   | B   |     |     |
| 2/7               | D   |     |     | F   |     |     |
| 5/7               | B   |     |     | A   | E   |     |
| 19                | A   | D   | C   |     |     | H   |



**15 PIASTRE DI ATTACCO**

| Modello |      | Esecuzione                                          | Filettature GAS<br>A-B-P-T (X-Y) | Ø Lamature<br>[mm]<br>A-B-P-T (X-Y) | Massa<br>[kg] |
|---------|------|-----------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| BA-308  | (/Y) | Bocche A, B, P, T (X, Y) inferiori                  | 1/2" (1/4")                      | 30 (21,5)                           | 2,5           |
| BA-428  | (/Y) | Bocche A, B, P, T (X, Y) inferiori                  | 3/4" (1/4")                      | 36,5 (21,5)                         | 5,5           |
| BA-434  | (/Y) | Bocche P, T, (X, Y) inferiori; bocche A, B laterali | 3/4" (1/4")                      | 36,5 (21,5)                         | 8,5           |

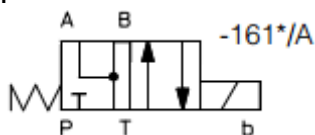
Le piastre vengono fornite con 4 viti di fissaggio TCEI M6x40. Sono disponibili anche piastre multiple a più postazioni e piastre modulari componibili; vedere tabella K280.

Elettrovalvola per il comando motore idraulico.

Lo schema prevede l'impiego di una elettrovalvola 4/2 monostabile.

La portata richiesta dal motore è di 81,33 l/min.

Il modello scelto sarà DKE con configurazione 161/A, che garantisce una portata di 120 l/min. e pressione di 315 bar.

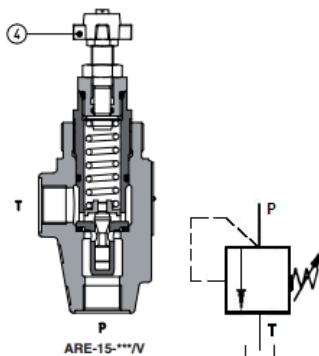


Piastra di attacco BA-428.

**Valvola di sovrappressione**

Dal catalogo Atos spa selezioniamo il tipo ARE-15 /150/R con le seguenti caratteristiche:

- Attacchi filettati 1/2" gas
- Pressione di taratura 150 bar
- Portata massima 100 l/min



## Filtrazione.

Si deve fare una valutazione generale dei componenti che compongono l'impianto in funzione del grado di filtrazione che essi richiedono.

In generale la pompa a ingranaggi richiede che la contaminazione (classe ISO 4406) non superi il livello 19/17/15.

Per una elettrovalvola e per un cilindro è richiesto il livello 19/16/15.

Quindi la scelta del filtro deve essere fatta sulla base del valore di contaminazione ammesso dall'elettrovalvola che è il più basso.

La norma stabilisce di considerare solo le particelle con **tre** dimensioni:

**> 4µm; > 6µm, >14µm e il loro numero.**

Quindi la classe di contaminazione 19/16/15 ammette un numero di particelle per millilitro da 2500 a 5000 particelle superiori a 4µm, da 320 a 640 superiori a 6 µm e da 60 a 320 superiori a 14µm

Questi sono i dati necessari per la scelta del filtro.

### 4 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLE ELETTROVALVOLE DKE E DKER

|                                                                                                              |                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Posizione di installazione                                                                                   | Qualsiasi posizione, ad eccezione delle versioni -170° (senza molle) che devono essere installate con l'asse orizzontale se comandate a impulso |
| Stato superficie di attacco                                                                                  | Indice di rugosità $\sqrt{Ra}$ , rapporto di planarità 0,01/100 (ISO 1101)                                                                      |
| Temperatura ambiente                                                                                         | da -20°C a +70°C                                                                                                                                |
| Fluido                                                                                                       | Olio idraulico secondo DIN 51524 . . . 535; per altri fluidi vedere sezione ①                                                                   |
| Viscosità raccomandata                                                                                       | 15 ÷ 100 mm²/s a 40°C (ISO VG 15 ÷ 100)                                                                                                         |
| Classe di contaminazione del fluido                                                                          | ISO 19/16, ottenuta con filtri in linea da 25 µm e $\beta_{25} \geq 75$ (raccomandato)                                                          |
| Temperatura del fluido                                                                                       | -20°C +60°C (scegliere guarnizioni standard e /WG) -20°C +80°C (scegliere guarnizioni /PE)                                                      |
| Direzione del flusso                                                                                         | Secondo quanto indicato nei simboli delle tabelle ② e ③                                                                                         |
| <b>Limiti di pressione</b>                                                                                   | <b>DKE</b> Bocche P, A, B: <b>315 bar</b>                                                                                                       |
| Per versioni con sensore di prossimità (versioni /FC, /FI e /FIE) la bocca Y deve essere collegata a scarico | <b>Bocche T: 120 bar per solenoide AC; 210 bar per solenoide DC; 250 bar per opzione /Y</b>                                                     |
|                                                                                                              | <b>DKER</b> Bocche P,A,B: <b>315 bar</b> ;                                                                                                      |
|                                                                                                              | <b>Bocca T: 160 bar per solenoide AC; 210 bar per solenoide DC; 250 bar per opzione /Y</b>                                                      |
| Caratteristica portata/perdita di carico                                                                     | Vedere diagramma Q/Δp alla sezione ⑦                                                                                                            |
| <b>Portata massima</b>                                                                                       | <b>120 l/min</b> , vedere limiti operativi alla sezione ⑧                                                                                       |

$\beta_x \geq 200$  significa che il filtro deve essere in grado di trattenere il 99,5% di particelle.

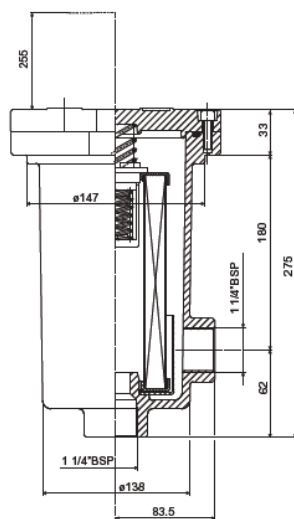
### SETTI FILTRANTI

### FILTRATION MATERIALS

| Elementi filtranti<br>Filter elements | Descrizione<br>Description         | Materiale<br>Material                | Grado di filtrazione (µm)<br>Filtration (µm) | Rapporto β / β Ratio             |                                      |
|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
|                                       |                                    |                                      |                                              | ISO 4572<br>$\beta_{x \geq 200}$ | ISO 16889<br>$\beta_{x(c) \geq 200}$ |
| C10                                   | Carta trattata / Treated paper     | Fibre di cellulosa / Cellulose fibre | 10                                           | -                                | -                                    |
| C25                                   | Carta trattata / Treated paper     | Fibre di cellulosa / Cellulose fibre | 25                                           | -                                | -                                    |
| F03                                   | Fibra inorganica / Inorganic fibre | Fibra di vetro / Glass fibre         | 3                                            | 3                                | 5                                    |
| F06                                   | Fibra inorganica / Inorganic fibre | Fibra di vetro / Glass fibre         | 6                                            | 6                                | 6                                    |
| F10                                   | Fibra inorganica / Inorganic fibre | Fibra di vetro / Glass fibre         | 10                                           | 10                               | 9                                    |
| F25                                   | Fibra inorganica / Inorganic fibre | Fibra di vetro / Glass fibre         | 25                                           | 25                               | 20                                   |
| R60                                   | Rete a maglia quadra / Square mesh | Aisi 304                             | 60                                           | -                                | -                                    |
| R90                                   | Rete a maglia quadra / Square mesh | Aisi 304                             | 90                                           | -                                | -                                    |
| R125                                  | Rete a maglia quadra / Square mesh | Aisi 304                             | 125                                          | -                                | -                                    |
| R250                                  | Rete a maglia quadra / Square mesh | Aisi 304                             | 250                                          | -                                | -                                    |

Le portate sono state calcolate per avere una perdita di carico  $\Delta p \leq 40.000$  Pa (0.4 bar) per i filtri sul ritorno e  $\Delta p \leq 10.000$  Pa (0.1 bar) per i filtri in aspirazione.  
I valori sono stati ottenuti con olio Minerale avente viscosità cinematica 30 cSt e densità 860 kg/m<sup>3</sup>. (vedi note a pag. 8)

Flows have been calculated just in order to obtain a pressure drop  $\Delta p \leq 40.000$  Pa (0.4 bar) for return lines and  $\Delta p \leq 10.000$  Pa (0.1 bar) for suction lines. The values have been obtained using mineral oil kinematic viscosity 30 cSt and 860 kg/m<sup>3</sup> density. (See remarks on pag. 8)



PORTATE CONSIGLIATE  
RECOMMENDED FLOWS

| AFR | Elemento filtrante<br>Filter element | Portata / Flow<br>(l/min) |                   | Peso Weight<br>(kg) |
|-----|--------------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|
|     |                                      | Aspirazione<br>Suction    | Ritorno<br>Return |                     |
| 180 | C10                                  | 53                        | 150               | 3,5                 |
| 180 | C25                                  | 60                        | 189               | 3,5                 |
| 180 | F03                                  | -                         | 94                | 3,5                 |
| 180 | F06                                  | -                         | 104               | 3,5                 |
| 180 | F10                                  | -                         | 123               | 3,5                 |
| 180 | F25                                  | -                         | 131               | 3,5                 |
| 180 | R60                                  | 69                        | 200               | 3,5                 |
| 180 | R90                                  | 72                        | 200               | 3,5                 |
| 180 | R125 / R250                          | 80                        | 200               | 3,5                 |

Dal catalogo OMT si possono verificare il  $\Delta p$  del filtro e quello del setto filtrante, che nel nostro caso sono sulla linea di ritorno.

Gli attacchi del filtro sono da 1 1/4" gas.

### Scambiatore di calore

*(Per una più completa formazione, suggerisco di consultare il libro "Elementi di oleodinamica – Ulisse Belladonna . A pag.45 troverete una spiegazione dettagliata che riguarda la ricerca dell'utilità dello scambiatore di calore)*

Si ipotizza la scelta di uno dello scambiatore di calore aria-olio con ventilatori a corrente alternata perché non è disponibile acqua per il raffreddamento.

Supponendo che il 30% della potenza installata si trasforma in calore, si utilizza la seguente formula per calcolare il rendimento di dissipazione:

$$\eta = \frac{Q \text{ (kcal/h)}}{\Delta t \text{ (°C)}}$$

Dove:

- ❖ Potenzialità termica dello scambiatore **Q** che è la quantità di calore da disperdere.
- ❖ Temperatura dell'olio in ingresso nello scambiatore **to** ( °C o K )
- ❖ Temperatura massima dell'aria **ta** ( °C o K )
- ❖ Differenza di temperatura **Δt = to — ta** ( °C o K )

Tenendo conto che **1 kW = 860 kcal/h** e che la potenza installata è di 24 kW

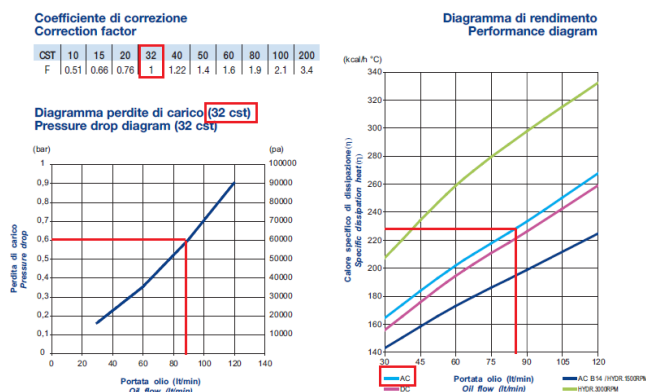
$$24 \text{ kW} \cdot 30\% = 7,2 \text{ kW} \cdot 860 = 6192 \text{ kcal/h}$$

$$\eta = \frac{6192 \text{ (kcal/h)}}{30 \text{ (°C)}} = 206 \left( \frac{\text{kcal}}{\text{h °C}} \right)$$

Ricordiamo che la portata della pompa è di 84 l/min.

Cerchiamo sul catalogo OMT scambiatori di calore della famiglia S la versione serie **“SS”-standard**.

Con le caratteristiche di portata di 84 l/min sulle ascisse, il fattore  $\eta = 206$  e l'alimentazione elettrica AC (linea azzurra), si individua il modello **SS 24-01**.  
Alimentazione elettrica 230 V 50 Hz (monofase), 2700 rpm, potenza 0,23 kW.  
Per ulteriori accessori scegliere da catalogo completo.

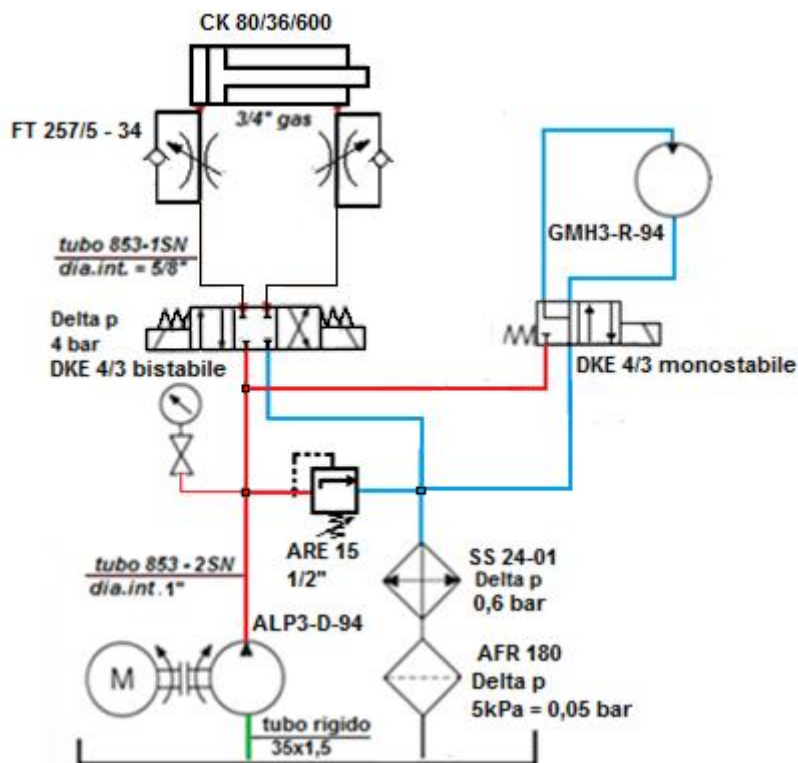


Dal catalogo OMT scegliamo il mod. SS24-01  
Per ulteriori accessori consultare il catalogo completo.

Accessori per impianto:

Manometro a bagno di glicerina scala 0-250 bar

Rubinetto esclusione manometro

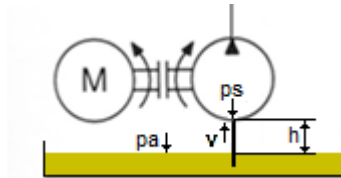


In questo schema, con la elettrovalvola in posizione centrale, l'impianto è sempre in pressione e la valvola di massima scarica tutta la portata della pompa nel serbatoio con grande dispendio di potenza e formazione di calore.  
Vedremo più avanti quale soluzione adottare per disperdere meno potenza.

### Dimensionamento tubi impianto.

#### Ø tubo di aspirazione pompa.

Dati tecnici noti:



Portata pompa = 84 l/min

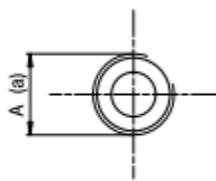
Viscosità olio  $\nu = 30 \text{ cSt}$

Densità olio  $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$

Velocità olio = 1 m/s

Altezza  $h = 800 \text{ mm}$

Pressione atmosferica  $p_a = 1,033 \text{ bar}$



**FG**

| TIPO<br>TYPE            | ASPIRAZIONE<br>INLET | MANDATA<br>OUTLET |
|-------------------------|----------------------|-------------------|
|                         | A                    | a                 |
| ALP3...30 ÷ ALP3...33   | G3/4                 | G3/4              |
| ALP3...40 ÷ ALP3...60   | G1                   | G3/4              |
| ALP3...66 ÷ ALP3...94   | G1 1/4               | G1                |
| ALP3...110 ÷ ALP3...135 | G1 1/2               | G1 1/4            |

**Verifichiamo il dimensionamento del tubo rigido che collega l'aspirazione della pompa.**

Il Ø 1 1/4" corrisponde a un Ø interno di 32 mm e un Ø est. = 35 mm

La formula per il calcolo delle perdite di carico **distribuite** è:

$$\Delta p = \rho \cdot \lambda \cdot \frac{V^2 \cdot L}{2 \cdot d \cdot 100} \text{ (legge di Darcy)}$$

Per fare un calcolo preciso delle perdite di carico **distribuite** lungo un tubo flessibile o rigido, occorre determinare il **regime di flusso** che s'instaura nel tubo che può essere **laminare o turbolento**.

La formula per calcolare il numero di Reynolds  $R_e$  è:  $R_e = \frac{V \cdot d \cdot 1000}{\nu}$ ; dove:

$V$  (m/s) = velocità media dell'olio nel tubo

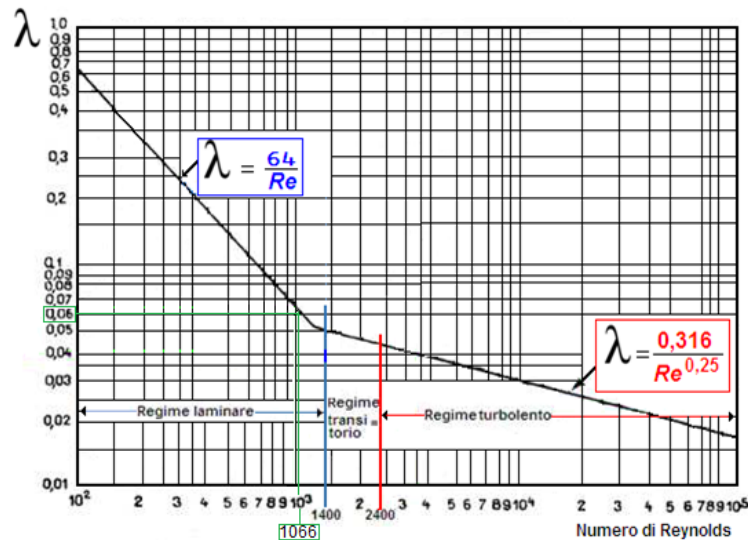
$d$  (mm) = diametro interno del tubo

$\nu$  (mm<sup>2</sup>/s) = viscosità cinematica (cSt)

$$R_e = \frac{1 \cdot 32 \cdot 1000}{30} = 1066$$

Stabiliamo che il moto è laminare perché inferiore a  $R_e$  1400.

$$\text{Quindi: } \lambda = \frac{64}{R_e} = \frac{64}{1066} = 0,06.$$



Inserendo il dato nella formula:

$$\Delta p = \rho \cdot \lambda \cdot \frac{V^2 \cdot L}{2 \cdot d \cdot 100} = 900 \cdot 0,06 \cdot \frac{1^2 \cdot 0,8}{2 \cdot 32 \cdot 100} = 0,0068 \text{ bar}$$

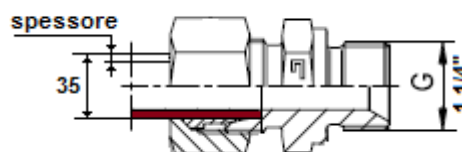
La pressione idrostatica dovuta al dislivello rispetto al serbatoio è data dalla formula:

$$p_i = \frac{\rho \cdot g \cdot h}{10000} = \frac{900 \cdot 9,81 \cdot 0,8}{10000} = 0,07 \text{ bar}$$

La perdita totale  $\Delta p = 0,0068 + 0,07 = 0,077 \text{ bar}$

Pressione  $p_s = p_a - \Delta p = 1,033 - 0,077 = 0,956 \text{ bar}$

Il valore  $p_s = 0,956 \text{ bar}$  è corretto.



### Tubo mandata pompa

Consideriamo la velocità dell'olio in mandata di 6 m/s.

$$D = \sqrt{\frac{Q \cdot 21,22}{v}} \text{ dove: } \sqrt{21,22} = 4,607 \text{ quindi } D = 4,607 \cdot \sqrt{\frac{84}{6}} = 17,23 \text{ mm}$$

La scelta cade su un tubo DN.20 che corrisponde a tubo flessibile Ø int.= 3/4"  
Poiché la pressione di lavoro del circuito è di 120 bar, la tabella ci indica il tipo **853-2ST o SN 3/4"** dove SN la copertura non si spela.

| TUBI flessibili | 3/16"  | 1/4"   | 5/16"  | 3/8"   | 1/2"   | 5/8"   | 3/4"   | 1"     | 1 1/4" | 1 1/2" | 2"  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| 854-2TE         | 80 bar | 75 bar | 66 bar | 63 bar | 58 bar | 50 bar | 45 bar | 40 bar |        |        |     |
| 853-1ST-1SN     | 250    | 225    | 215    | 180    | 160    | 130    | 105    | 90     | 65     | 50     | 40  |
| 853-2ST-2SN     | 415    | 400    | 350    | 330    | 275    | 250    | 215    | 175    | 140    | 100    | 90  |
| 856-4SP         |        | 500    |        | 460    | 425    | 400    | 380    | 320    | 210    | 185    | 175 |
| 856-4SH         |        |        |        |        |        |        | 420    | 385    | 350    | 300    | 250 |
| 856-R13         |        |        |        |        |        |        | 350    | 350    | 350    | 350    | 350 |
| SAE 100 R 15    |        |        |        | 420    | 420    | 420    | 420    | 420    | 420    | 420    | 420 |

### Tubi di collegamento tra distributore e cilindro.

La tabella sotto raccomanda un Ø interno del condotto di 16 mm e una velocità consigliata dello stelo di 0,18 m/s. L'impianto prevede una velocità del cilindro di 0,2 m/s, quindi vicino a quello suggerito dal costruttore.

| Ø Alesaggio | Bocche olio standard |         |                              |                        | Bocche olio maggiorate opzioni D, Y |             |                              |                        |
|-------------|----------------------|---------|------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------|------------------------------|------------------------|
|             | D [mm]               | EE 6g   | Ø interno min. condotto [mm] | Velocità stelo V [m/s] | D [mm]                              | EE 6g       | Ø interno min. condotto [mm] | Velocità stelo V [m/s] |
| 25          | 21                   | G 1/4   | 7,5                          | 0,54                   | 25                                  | G 3/8       | 9                            | 0,77                   |
| 32          | 21                   | G 1/4   | 7,5                          | 0,33                   | 25                                  | G 3/8       | 9                            | 0,47                   |
| 40          | 25                   | G 3/8   | 9                            | 0,30                   | 29                                  | G 1/2       | 14                           | 0,73                   |
| 50          | 29                   | G 1/2   | 14                           | 0,47                   | 36                                  | G 3/4       | 16                           | 0,61                   |
| 63          | 29                   | G 1/2   | 14                           | 0,30                   | 36                                  | G 3/4       | 16                           | 0,39                   |
| 80          | 36                   | G 3/4   | 16                           | 0,18                   | 42                                  | G 1         | 20                           | 0,37                   |
| 100         | 36                   | G 3/4   | 16                           | 0,15                   | 42                                  | G 1         | 20                           | 0,24                   |
| 125         | 42                   | G 1     | 20                           | 0,15                   | 52                                  | G 1 1/4     | 30                           | 0,34                   |
| 160         | 42                   | G 1     | 20                           | 0,09                   | 52 (1)                              | G 1 1/4 (1) | 30                           | 0,21                   |
| 200         | 52                   | G 1 1/4 | 30                           | 0,13                   | 58                                  | G 1 1/2     | 40                           | 0,24                   |

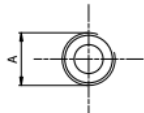
Utilizzando dei tubi flessibili per il collegamento al cilindro, la dimensione del tubo avrà un Ø interno di **5/8" = DN.16** che prevede l'utilizzo di raccordi **3/4" gas**, quindi conformi con gli attacchi standard del cilindro. La pressione di lavoro del cilindro è di 120 bar.

| TUBI flessibili | 3/16"  | 1/4"   | 5/16"  | 3/8"   | 1/2"   | 5/8"   | 3/4"   | 1"     | 1 1/4" | 1 1/2" | 2"  |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| 854-2TE         | 80 bar | 75 bar | 66 bar | 63 bar | 58 bar | 50 bar | 45 bar | 40 bar |        |        |     |
| 853-1ST-1SN     | 250    | 225    | 215    | 180    | 160    | 130    | 105    | 90     | 65     | 50     | 40  |
| 853-2ST-2SN     | 415    | 400    | 350    | 330    | 275    | 250    | 215    | 175    | 140    | 100    | 90  |
| 856-4SP         |        | 500    |        | 460    | 425    | 400    | 380    | 320    | 210    | 185    | 175 |
| 856-4SH         |        |        |        |        |        |        | 420    | 385    | 350    | 300    | 250 |
| 856-R13         |        |        |        |        |        |        | 350    | 350    | 350    | 350    | 350 |
| SAE 100 R 15    |        |        |        | 420    | 420    | 420    | 420    | 420    | 420    | 420    | 420 |

### Tubo di mandata tra distributore e motore idraulico

Il dimensionamento precedente del Ø int. del tubo flessibile è valido anche per il motore GHM3-94.

Useremo per la mandata al motore un tubo flessibile **853-2SN 3/4"**.



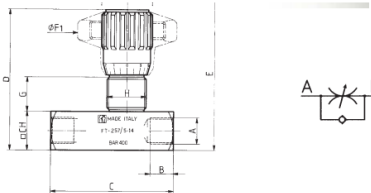
| TIPO<br>TYPE            | MOTORE BIDIREZIONALE<br>BIDIRECTIONAL MOTOR | MOTORE MONODIREZIONALE<br>MONODIRECTIONAL MOTOR |
|-------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                         | USCITA - ENTRATA<br>OUTPUT - INPUT          | ENTRATA<br>INPUT                                |
|                         | A                                           | A                                               |
| GHV3...33               | G3/4                                        | G3/4                                            |
| GHV3...40 - GHV3...60   | G1                                          | G3/4                                            |
| GHV3...65 - GHV3...94   | G1 1/4                                      | G1                                              |
| GHV3...110 - GHV3...135 | G1 1/2                                      | G1 1/4                                          |

FG

Il tubo di scarico del motore idraulico avrà una dimensione di 3/4" e per garantire una certa resistenza meccanica impieghiamo il tipo 853-1SN 3/4".

### Valvola di strozzamento unidirezionale.

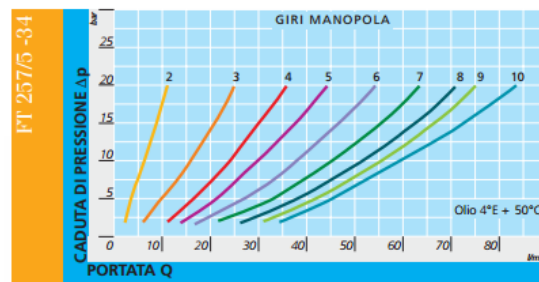
Dal catalogo Tognella scegliamo la valvola della serie FT257/5-34 che soddisfa le richieste dell'impianto.



DIMENSIONI

| TIPO  | A       | B    | C     | D     | E     | ØF  | ØF1 | G    | H       | CH | PESO<br>KG |
|-------|---------|------|-------|-------|-------|-----|-----|------|---------|----|------------|
| 1.8   | 1/8"G   | 8,5  | 50    | 59    | 64    | 22  | 40  | 13,5 | M17x1   | 16 | 0,130      |
| 1.4   | 1/4"G   | 12,5 | 66    | 71    | 78    | 27  | 50  | 17   | M20x1   | 20 | 0,250      |
| 3.8   | 3/8"G   | 12,5 | 79    | 84    | 93    | 33  | 70  | 19,5 | M25x1,5 | 25 | 0,500      |
| 1.2   | 1/2"G   | 15,5 | 94,5  | 97    | 107   | 38  | 80  | 21   | M30x1,5 | 30 | 0,750      |
| 3.4   | 3/4"G   | 17   | 115   | 120,5 | 132,5 | 47  | 100 | 26,5 | M40x1,5 | 40 | 1,600      |
| 1.0.0 | 1"G     | 20   | 138,5 | 151,5 | 167,5 | 58  | 120 | 35   | M50x1,5 | 50 | 3,050      |
| 1.1.4 | 1 1/4"G | 22   | 157   | 156,5 | 172,5 | 58  | 120 | 35   | M50x1,5 | 55 | 3,750      |
| 1.1.2 | 1 1/2"G | 24   | 190   | 167   | 181   | 58  | 120 | 35   | M55x2   | 65 | 5,760      |
| 2.0.0 | 2"G     | 27   | 228   | 188   | 202   | 108 | -   | 44   | M65x2   | 75 | 10,000     |

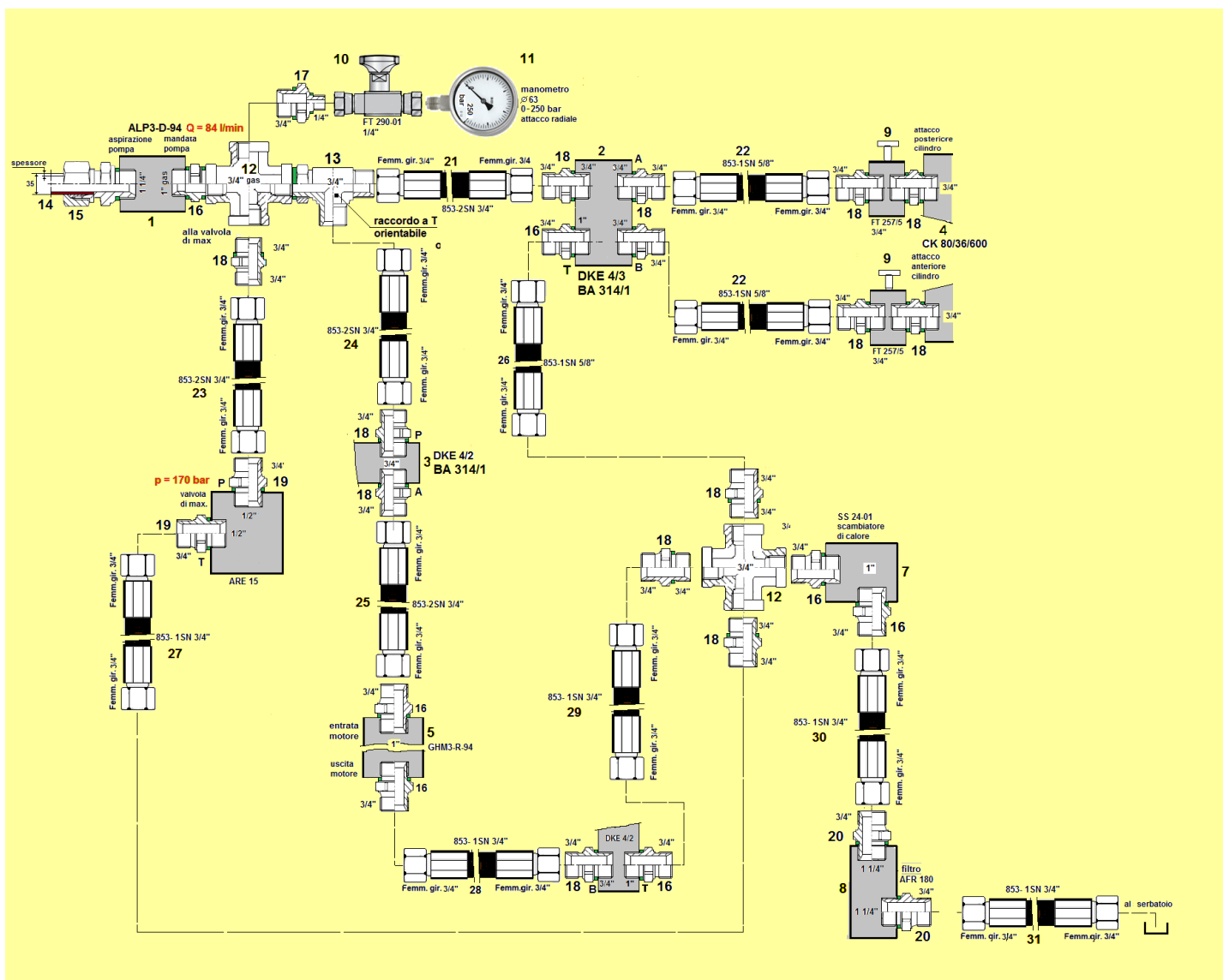
### CURVE DI PORTATA



Valvola escludere manometro.

Dal catalogo Tognella scelgo il mod. FT 290-01 con attacco da 1/4".

Disegno con i componenti per realizzare i collegamenti idraulici



## DISTINTA BASE.

E' l'elenco della componentistica necessaria per realizzare l'impianto.

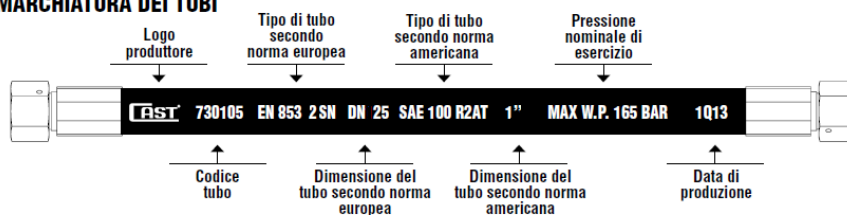
| Pos | Descrizione                            | Riferimento         | Quantità | Fornitore |
|-----|----------------------------------------|---------------------|----------|-----------|
| 1   | Pompa a ingranaggi                     | ALP3-D-94           | 1        | Marzocchi |
| 2   | Elettrovalvola 4/3 completa di piastra | DKE 4/3<br>BA 314/1 | 1        | Atos      |
| 3   | Elettrovalvola 4/2 completa di piastra | DKE 4/2<br>BA 314/1 | 1        | Atos      |
| 4   | Cilindro D.E                           | CK 80/36/600        | 1        | Atos      |
| 5   | Motore a ingranaggi                    | GHM3-R-94           | 1        | Marzocchi |
| 6   | Valvola di massima                     | ARE 15              | 1        | Atos      |
| 7   | Scambiatore di calore                  | SS24-01             | 1        | Omt       |

|           |                          |            |        |          |
|-----------|--------------------------|------------|--------|----------|
| <b>8</b>  | Filtro sul ritorno       | AFR 180    | 1      | Omt      |
| <b>9</b>  | Valvola di strozzamento  | FT257/5 ¾" | 2      | Tognella |
| <b>10</b> | Esclusore manometro      | FT290-01   | 1      | Tognella |
| <b>11</b> | Manometro Ø 63           | 0-250 bar  | 1      | Tognella |
| <b>12</b> | Adattatore a croce femm. | 305205     | 2      | Cast     |
| <b>13</b> | Adatt. orien. a T        | 305809     | 1      | Cast     |
| <b>14</b> | Tubo rigido 35x1,5       |            | 800 mm | Cast     |
| <b>15</b> | Raccordo DIN Ø35         | 100512.4   | 1      | Cast     |
| <b>16</b> | Nipplo 1" a ¾"           | 300519     | 7      | Cast     |
| <b>17</b> | Nipplo ¾"a 1/4"          | 300507     | 1      | Cast     |
| <b>18</b> | Nipplo ¾"a ¾"            | 300518     | 14     | Cast     |
| <b>19</b> | Nipplo ¾"a 1/2"          | 300513     | 2      | Cast     |
| <b>20</b> | Nipplo 1 ¼" a ¾"         | 300520     | 2      | Cast     |
|           | Bonded seal ½"           | 032004     | 2      | Cast     |
|           | Bonded seal ¾"           | 032006     | 21     | Cast     |
|           | Bonded seal 1 "          | 032007     | 4      | Cast     |
|           | Bonded seal 1 ¼"         | 032008     | 2      | Cast     |

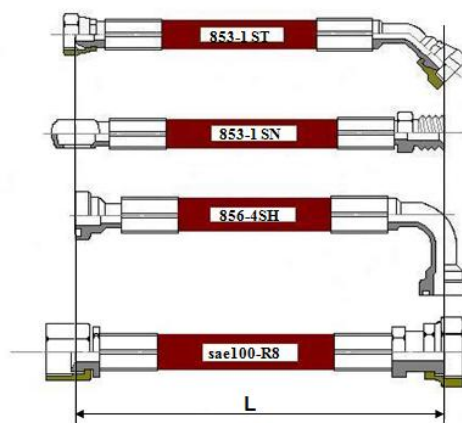
### Distinta per tubi flessibili

| Pos. | Descrizione                         | Riferimento                 | Quantità | Fornitore |
|------|-------------------------------------|-----------------------------|----------|-----------|
| 21   | Mandata pompa a elettrov. 4/3       | 853-2SN ¾"<br>FGD ¾" L= 2m  | 1        | Cast      |
| 22   | Da elettr. 4/3 a cilindro           | 853-1SN 5/8"<br>FGD ¾" L=3m | 2        | Cast      |
| 23   | Mandata pompa a valvola di max.     | 853-2SN ¾"<br>FGD ¾" L=1m   | 1        | Cast      |
| 24   | Mandata a elettrov. 4/2             | 853-2SN ¾"<br>FGD ¾" L=4m   | 1        | Cast      |
| 25   | da elettrov. 4/2 a motore idraulico | 853-2SN ¾"<br>FGD ¾" L=5m   | 1        | Cast      |
| 26   | Scarico cilindro D.E                | 853-1SN 5/8"<br>FGD ¾"      | 1        | Cast      |
| 27   | Scarico valvola di max.             | 853-1SN ¾"<br>FGD ¾"        | 1        | Cast      |
| 28   | Uscita motore idr. a elettrov.4/2   | 853-1SN ¾"<br>FGD ¾"        | 1        | Cast      |
| 29   | Scarico elett.4/2 a Scambiatore     | 853-1SN ¾"<br>FGD ¾"        | 1        | Cast      |
| 30   | Da scambiatore a filtro             | 853-1SN ¾"<br>FGD ¾"        | 1        | Cast      |
| 31   | Scarico da filtro a serbatoio       | 853-1SN ¾"<br>FGD ¾"        | 1        | Cast      |

## MARCHIATURA DEI TUBI

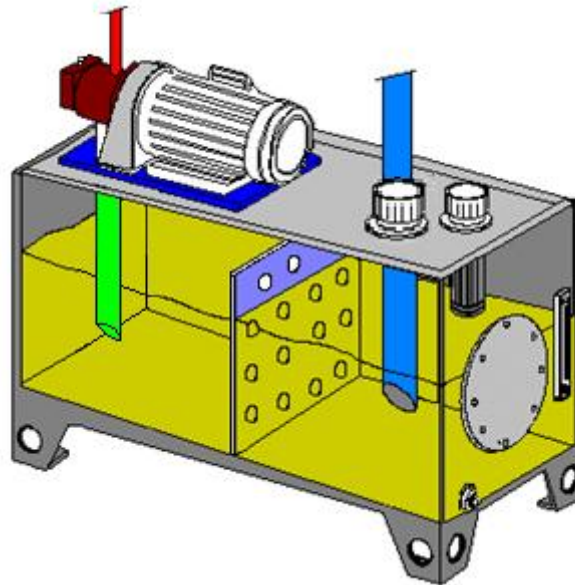


## LUNGHEZZA CONVENZIONALE TUBO ASSEMBLATO (norma ISO 17165-1)



| Tolleranze per tubo assemblato secondo norma EN 853-857 |                       |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|
| L in mm.                                                | Fino a DN 25 /size 16 |
| fino a 630                                              | + 7 mm<br>– 3 mm      |
| 631 a 1250                                              | +12 mm<br>– 4 mm      |
| 1251 a 2500                                             | + 20 mm<br>– 6 mm     |
| 2501 a 8000                                             | + 1,5 %<br>– 0,5 %    |
| Oltre 8000                                              | + 3 %<br>– 1 %        |

## SERBATOIO



Suggerimento: visitare il sito :[www.scoda.it/Italian/Pdf/P002.pdf](http://www.scoda.it/Italian/Pdf/P002.pdf) per maggiori informazioni generali.

Il serbatoio ha la funzione di contenere un volume di olio idraulico necessario al buon funzionamento dell'impianto e deve essere dimensionato in rapporto alla portata della pompa, ai movimenti dei cilindri e alla quantità di calore generato durante il funzionamento se intermittente o continuo, nel qual caso occorrerà aumentare la capacità del serbatoio.

In generale l'esperienza suggerisce di utilizzare un serbatoio con capacità in volume di circa da 3 a 5 volte la portata della pompa.

Nel nostro caso la pompa ha una portata di  $84 \text{ l/min} \times 4 = 340 \text{ litri}$

Occorre fare particolare attenzione alla posizione dei tubi di aspirazione e di ritorno che devono essere posizionati alla massima distanza permessa dalle dimensioni del serbatoio con il tubo di ritorno, tagliato a  $45^\circ$  rivolto verso la parete e posto sotto il livello dell'olio.

Il condotto di aspirazione deve essere situato in un punto basso tale da permettere una sicura sempre bagnata dall'olio.

Per smorzare la turbolenza dell'olio di ritorno è consigliabile dividere il serbatoio con una parete che garantirà una aspirazione di olio in quiete.

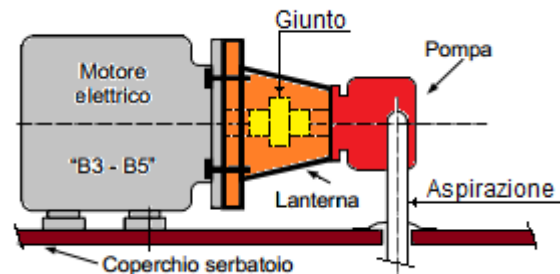
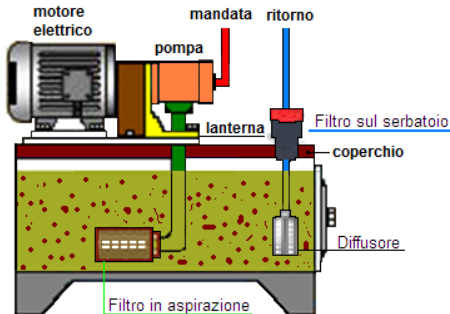
Per un buon funzionamento dell'impianto il serbatoio non deve essere a contatto diretto del pavimento ma sollevato di circa 200 mm, né appoggiato a pareti per permettere una buona circolazione dell'aria per aumentare la capacità di trasmissione del calore. Il fondo del serbatoio deve essere inclinato verso il centro per facilitare lo svuotamento. Se provvisto di oblò di ispezione, questo si deve trovare in una posizione facilmente accessibile.

Per completare il serbatoio occorre installare degli accessori quali:

- ✓ indicatore di livello
- ✓ termometro
- ✓ tappo sfiato aria bocca di carico
- ✓ valvola di svuotamento

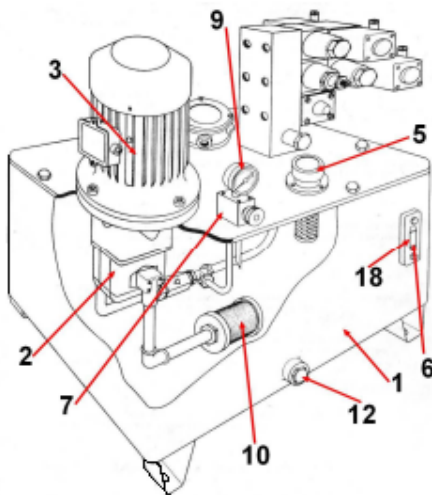
✓ rubinetto di svuotamento

Bisogna considerare in fase di progetto lo spazio del coperchio del serbatoio, perché deve avere spazio sufficiente per l'installazione del motore elettrico, della lanterna, della pompa, delle valvole e degli accessori richiesti per il funzionamento dell'impianto.

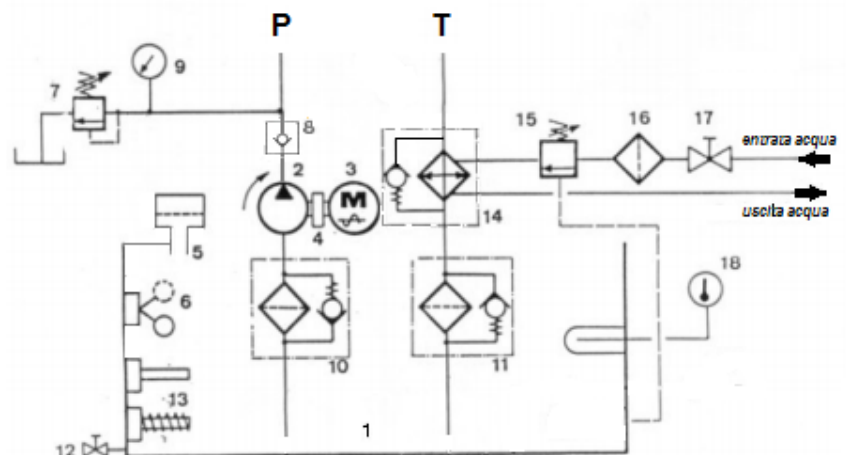


| Descrizione            | Riferimento | Quantità | Fornitore |
|------------------------|-------------|----------|-----------|
| Serbatoio              | disegno     | 1        | XY        |
| Motore elettrico B3-B5 | catalogo    | 1        | YZ        |
| Lanterna               | catalogo    | 1        | omt       |
| Giunto                 | catalogo    | 1        | omt       |

### Esempio di centralina oleodinamica



- 1 - Serbatoio
- 2 - Pompa idraulica
- 3 - Motore elettrico
- 4 - Giunto e lanterna
- 5 - Tappo di riempimento
- 6 - Indicatore di livello
- 7 - Valvola limitatrice di pressione
- 8 - Valvola di non ritorno
- 9 - Manometro
- 10 - Filtro in aspirazione con valvola by-pass
- 11 - Filtro sul ritorno con valvola by-pass



- 12 - Valvola di scarico
- 13 - Resistenza per riscaldamento
- 14 - Scambiatore di calore acqua-olio
- 15 - Valvola termostatica
- 16 - Filtro
- 17 - Rubinetto acqua
- 18 - Termometro
- P - Mandata
- T - Ritorno

## Ulteriori informazioni sul funzionamento di un motore idraulico

**Suggerimento:** visitare il sito in inglese [The pressure relief valve in the motor circuit](http://home.kpn.nl/RBrink1955/drk_sch1_e.htm)  
[home.kpn.nl/RBrink1955/drk\\_sch1\\_e.htm](http://home.kpn.nl/RBrink1955/drk_sch1_e.htm)

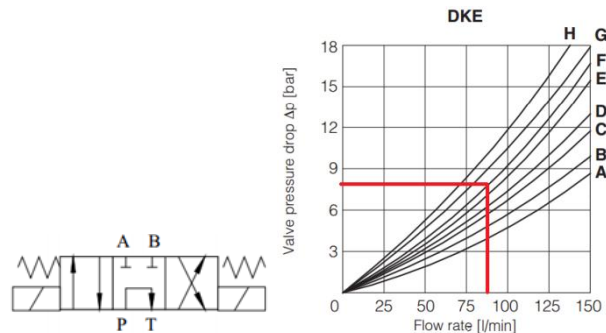
The pressure relief valve in the motor circuit. Animation diagram pressure relief valve. The diagram shows a hydraulic motor circuit; the direction of rotation of the ...

**Oppure il sito in spagnolo:** [La válvula limitadora de presión en el circuito de un motor](http://home.kpn.nl/RBrink1955/drk_sch1_esp.htm)  
[home.kpn.nl/RBrink1955/drk\\_sch1\\_esp.htm](http://home.kpn.nl/RBrink1955/drk_sch1_esp.htm)

La válvula limitadora de presión en el circuito de un motor. Animation diagram pressure relief valve. El diagrama muestra el circuito de un motor hidráulico; ...

*Dove è spiegato con una semplice animazione il funzionamento di un motore idraulico.*

Disegno di schema idraulico con impiego di elettrovalvola con P e T allo scarico:



Con l'elettrovalvola in posizione centrale, la P è collegata direttamente allo scarico e quindi la pressione dell'impianto è di pochi bar (circa 8), dovuta dalle perdite di carico. In questo schema la mandata della pompa è collegata direttamente verso lo scarico passando attraverso il filtro e risale anche nel motore idraulico che però non si muove poiché la via preferenziale è verso il serbatoio.

La generazione di calore sarà molto bassa e quindi lo scambiatore di calore non sarà più necessario.

